



EPAMIG

INFORME AGROPECUÁRIO

v. 32 - n. 261 - mar./abr. 2011 ISSN 0100-3364

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**Produção de café:
opção pela qualidade**



**GOVERNO
DE MINAS**

Todo cafezal merece Verdadero, sem distinção de tamanho e região.

Todas as fazendas de café podem contar com Verdadero, que agora chega aos produtores com **custos mais acessíveis** para que todo café seja especial. Consulte sua revenda ou cooperativa. Veja o que ele faz pela sua produção:

- Deixa o café com folhas maiores e mais verdes.
- Raízes mais profundas.
- Aumenta a produtividade, cerca de 5 sacas a mais por hectare.
- Café mais bonito, forte e saudável.



 **Verdadero**[®]

syngenta.

ATENÇÃO Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

CONSULTE SEMPRE UM ENGENHEIRO AGRÔNOMO. VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO.



c.a.s.a.
0800 704 4304

www.syngenta.com.br

TM

© Syngenta, 2011.

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.32 n.261 mar./abr. 2011

Belo Horizonte-MG



Apresentação

Mesmo produzindo uma diversidade de cafés, o Brasil ainda possui no mercado internacional a imagem de grande produtor de um único tipo de café, o café “Santos”. Para se desvencilhar dessa imagem negativa, nos últimos anos tem havido uma busca intensa pela melhoria da qualidade, incluindo investimentos em infraestrutura e capacitação tecnológica em todas as regiões produtoras.

A demanda por cafés especiais no mercado mundial vem crescendo em proporções maiores do que a dos cafés comuns, indicando a preferência dos consumidores por cafés que possuem qualidade de bebida diferenciada, principalmente no sabor, aroma, corpo e acidez. Ao mesmo tempo em que exigem qualidade, os consumidores estão mais conscientes e aceitam pagar mais por cafés que satisfaçam suas preferências. Dessa forma, os melhores preços pagos aos cafés especiais constituem uma ótima oportunidade para agregar valor ao café brasileiro, o que justifica intensificar o uso de estratégias que contribuam para a melhoria da qualidade e que facilitem a inserção desses cafés nos mercados interno e externo.

Minas Gerais é o maior produtor nacional de café. Com mais de um milhão de hectares plantados, o Estado é responsável por, aproximadamente, 50% da safra brasileira, sendo o principal produto de exportação do agronegócio mineiro. Há que se considerar ainda que a cafeicultura exerce um importante papel do ponto de vista social no Estado. Buscar novos nichos de consumo, como alternativa ao café commodity, e valorizar a produção, suas diferentes origens e produtores que visam qualidade, é colocar o café mineiro em um lugar de destaque no mercado mundial.

Com esta edição do Informe Agropecuário a EPAMIG objetiva dar suporte técnico ao cafeicultor para produção de cafés de alta qualidade, como forma de agregar valor ao produto e satisfazer aos mais requintados paladares.

Marcelo Ribeiro Malta

Sumário

Editorial	3
Entrevista	4
Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade	
<i>Gerson Silva Giomo e Flávio Meira Borém</i>	7
Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais	
<i>Helena Maria Ramos Alves, Margarete Marin Lordelo Volpato, Tatiana Grossi Chquiloff Vieira, Flávio Meira Borém e Juliana Neves Barbosa</i>	18
Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida	
<i>Gladyston Rodrigues Carvalho, Juliana Costa de Rezende, Cesar Elias Botelho, Andre Dominghetti Ferreira, Antonio Alves Pereira e Antonio Carlos Baião de Oliveira</i>	30
Nutrição do cafeeiro e sua relação com a qualidade do café	
<i>Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Francisco Dias Nogueira, Marcelo Ribeiro Malta, Kaio Gonçalves de Lima Dias e Thiago Henrique Pereira Reis</i>	39
Evolução da mecanização na cafeicultura	
<i>Fabio Moreira da Silva e Gladyston Rodrigues Carvalho</i>	52
Processamento e qualidade do café	
<i>Marcelo Ribeiro Malta</i>	66
Influência da secagem na qualidade do café	
<i>Flávio Meira Borém, Eder Pedroza Isquierdo, José Henrique da Silva Taveira, Gerson Silva Giomo e Juliana Neves Barbosa</i>	76
Armazenamento e qualidade do café	
<i>Flávio Meira Borém, Fabiana Carmanini Ribeiro, Luisa Pereira Figueiredo e Franciele Dias Barbosa</i>	86
Microrganismos e qualidade do café	
<i>Sára Maria Chalfoun</i>	94
Reflexos da incidência de pragas na qualidade do café	
<i>Paulo Rebelles Reis</i>	104
Crítérios utilizados na avaliação da qualidade do café	
<i>Marcelo Ribeiro Malta</i>	114

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.32	n.261	p. 1-128	mar./abr.	2011
----------------------	----------------	------	-------	----------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Antônio Lima Bandeira

Plínio César Soares

Maria Lélia Rodriguez Simão

Juliana Carvalho Simões

Mairon Martins Mesquita

Vânia Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Plínio César Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Pesquisa

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Divisão de Produção Animal

Marcelo Lanza

Divisão de Produção Vegetal

Trazilbo José de Paula Júnior

Chefia de Centro de Pesquisa

Vânia Lacerda

Departamento de Publicações

EDITOR TÉCNICO

Marcelo Ribeiro Malta

CONSULTORES TÉCNICO-CIENTÍFICOS

Flávio Meira Borém (Ufla), Antonio Alves Pereira (EPAMIG) e

Helena Maria Ramos Alves (Embrapa Café)

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE PUBLICAÇÕES

EDITORA-CHEFE

Vânia Lacerda

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide, Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Maria Alice Vieira, Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano Chaves Amaral e Débora Nigri (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Fabriciano Chaves Amaral

Capa: *Fabriciano Chaves Amaral*

Impressão:



IMPrensa Oficial
Governos do Estado de Minas Gerais

Informe Agropecuário é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

Errata

No Informe Agropecuário nº 260 - Tecnologias para o Cerrado mineiro - o nome do autor Valdir Botega Tavares foi grafado incorretamente no artigo Estratégias para recuperação e renovação de pastagens, bem como no Sumário.

Assinatura anual: 6 exemplares

Aquisição de exemplares

Divisão de Gestão e Comercialização

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

www.informeagropecuario.com.br; www.epamig.br

E-mail: publicacao@epamig.br

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

PUBLICIDADE

Décio Corrêa

Telefone: (31) 3489-5088 - deciocorrea@epamig.br

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Elmiro Alves do Nascimento
Antônio Lima Bandeira
Pedro Antônio Arraes Pereira
Adauro Ferreira Barcelos
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Décio Bruxel

Sandra Gesteira Coelho
Eliás Nunes de Alcântara
Vicente José Gamarano
João Campos Júnior
Helton Mattana Saturnino

Conselho Fiscal

Carmo Robilota Zeitone
Heli de Oliveira Penido
José Clementino Santos

Evandro de Oliveira Neiva
Márcia Dias da Cruz
Celso Costa Moreira

Presidência

Antônio Lima Bandeira

Vice-Presidência

Mendherson de Souza Lima

Diretoria de Operações Técnicas

Plínio César Soares

Diretoria de Administração e Finanças

Aline Silva Barbosa de Castro

Gabinete da Presidência

Thaissa Goulart Bhering Viana

Assessoria de Comunicação

Roseney Maria de Oliveira

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional

Felipe Bruschi Giorni

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Nuno Miguel Branco de Sá Viana Rebelo

Assessoria de Negócios Tecnológicos

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Renato Damasceno Netto

Assessoria de Relações Institucionais

Luiz Carlos Gomes Guerra

Assessoria de Unidades do Interior

Júlia Salles Tavares Mendes

Auditoria Interna

Márcio Luiz Mattos dos Santos

Departamento de Compras e Almoxarifado

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Departamento de Contabilidade e Finanças

Warley Wanderson do Couto

Departamento de Engenharia

Luiz Fernando Drummond Alves

Departamento de Transferência Tecnológica

Juliana Carvalho Simões

Departamento de Patrimônio e Serviços Gerais

Mary Aparecida Dias

Departamento de Pesquisa

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Publicações

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Recursos Humanos

Flávio Luiz Magela Peixoto

Departamento de Eventos Tecnológicos

Mairon Martins Mesquita

Departamento de Transportes

José Antônio de Oliveira

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Luiz Carlos G. C. Júnior, Gérson Occhi e Nelson Luiz T. de Macedo

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul de Minas

Rogério Antônio Silva e Ana Paula de M. Rios Resende

EPAMIG Norte de Minas

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Zona da Mata

Trazilbo José de Paula Júnior e Giovani Martins Gouveia

EPAMIG Centro-Oeste

Édio Luiz da Costa e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba

José Mauro Valente Paes e Marina Lombardi Saraiva

Cafeicultura de qualidade

O Brasil é o maior produtor mundial de café com, aproximadamente, 43 milhões de sacas (mais de 30% da produção mundial) previstas para a safra 2010/2011. É também o maior exportador mundial desse produto e possui uma das melhores tecnologias para exploração da lavoura cafeeira. Entretanto, o café brasileiro historicamente tem sofrido restrições em sua comercialização no mercado internacional com o argumento de que é de qualidade inferior. O País é reconhecido no mercado internacional como um fornecedor de grande quantidade de cafés comuns e de baixo preço, ou seja, café commodity. Para reverter esta situação, a cafeicultura nacional precisa acelerar as inovações e o investimento na melhoria da qualidade.

Minas Gerais, como maior produtor de café do Brasil, tem um papel importante na busca de soluções para valorização do produto. Tradicionalmente, os cafés de Minas são de boa qualidade e produzidos de forma convencional. Porém, é possível melhorar essa qualidade e, conseqüentemente, agregar valor ao produto com a implementação de técnicas de manejo, de colheita e de preparo do café, as quais culminam com a mudança do processo produtivo, atendendo aos mercados interno e externo cada vez mais exigentes. O café mineiro é produzido em 80 mil propriedades rurais de 682 municípios, gerando 1,6 milhão de empregos diretos e indiretos.

O segmento de cafés especiais tem alcançado grande destaque no mercado internacional. Representa um nicho de mercado que pode ser mais bem explorado pelo Brasil. Ao mesmo tempo que existe diferencial no custo de produção de cafés especiais em relação aos comuns, em média de 11% a 20%, há também um diferencial de preço, variável entre 10% e 30%.

As ações necessárias para a melhoria da qualidade do café brasileiro envolvem diversos segmentos. A pesquisa e a disseminação das tecnologias têm papel crucial nessa mudança.

Esta edição do Informe Agropecuário visa contribuir para que informações sobre produção de café com qualidade e alternativas para agregação de valor cheguem aos cafeicultores e a todos os segmentos da cadeia produtiva do café.

Antônio Lima Bandeira
Presidente da EPAMIG

Momento oportuno para os cafés do Brasil



Antônio Nazareno Guimarães Mendes é engenheiro agrônomo, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (Esal), Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e Doutor em Agronomia/Fitotecnia. Foi pesquisador e chefe-técnico da Empa/Embrapa, Cáceres, MT. Pesquisador científico e gerente da Fazenda Experimental de Machado e chefe-geral do Centro Regional de Pesquisa do Sul de Minas da EPAMIG. Foi fundador e primeiro coordenador do Núcleo de Estudos em Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras (Ufla) e participou da Comissão Organizadora de várias edições do Encontro Sul-Mineiro de Cafeicultura e do Circuito Mineiro de Cafeicultura. Publicou, aproximadamente, 200 trabalhos técnico-científicos, sendo autor em 22 livros. Possui vários prêmios por sua atuação para o desenvolvimento do agronegócio café. É consultor da Fapesp, Fapemig e Embrapa. Integrou o Comitê Diretor de Pesquisa do Conselho Deliberativo da Política do Café (CDPC) e foi titular do Conselho Fiscal da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes). Professor-associado, pró-reitor de Pesquisa, vice-reitor e atual reitor da Ufla.

IA - *Em termos mundiais, o café é o segundo produto em valor agregado, depois do petróleo. O que este produto representa para os países em desenvolvimento que têm o café como um dos pilares de sua economia?*

Antônio Nazareno - Para os países que se destacam como maiores produtores mundiais de café, sua importância relativa é muito grande, mesmo nos dias atuais, quando outros produtos também assumem importância na pauta de exportação. No caso do Brasil, sempre lembramos da importância histórica do café para o desenvolvimento e industrialização, porque foi graças às riquezas geradas pela cafeicultura que o País impulsionou sua economia nos séculos 19 e 20, quando ocorreram a criação da rede ferroviária,

a abertura e o asfaltamento de estradas, o advento da energia elétrica e a industrialização, principalmente do Centro-Sul do País, nos estados de São Paulo e Paraná. Na atualidade, se esta importância relativa do café é menor para o País como um todo, o mesmo não se pode dizer para as regiões que têm nesse produto sua principal fonte de renda, como é o caso de Minas Gerais (regiões Sul, Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, Zona da Mata e Chapadas de Minas), de grande parte do Espírito Santo, e também de importantes regiões de outros Estados, como Paraná, São Paulo, Bahia e Rondônia. Para essas regiões, o café continua sendo a mais importante atividade econômica geradora de emprego e renda, não apenas para grande parcela da população, mas também para as administrações municipais. O mesmo ocorre

em países como a Colômbia, o México, a Indonésia, o Vietnã e outros.

IA - *Quais as perspectivas da cafeicultura nacional e, particularmente, mineira para os próximos anos?*

Antônio Nazareno - Boas perspectivas. Estamos começando a viver um cenário mais favorável aos produtores de café, com franca recuperação dos preços internacionais para cafés de melhor qualidade, após um longo período de crise. Vivemos nos últimos anos uma das maiores crises históricas da cafeicultura brasileira e mundial, com preços nada remuneradores. Acompanhamos e lamentamos o abandono da atividade por grande número de cafeicultores. Pois bem, aqueles que sobreviveram na atividade até aqui, com

elevada cota de sacrifício, poderão, a partir de agora, colher melhores frutos. Mas uma nova situação, com rápidas e profundas mudanças no cenário econômico e político mundial, não permite a análise do mercado de café com base em cenários do passado. Há um novo e desconhecido cenário, com o mercado vivendo uma situação de escassez de estoques de café sem precedentes. Por outro lado, o mercado internacional desperta o interesse pelos cafés brasileiros, particularmente aqueles de melhor qualidade, que já ultrapassam US\$ 300/saca. Entendo que é o momento de os cafeicultores brasileiros investirem em tecnologias para a rápida recuperação de suas lavouras e obtenção de maiores produtividades. Os cafeicultores devem atentar, principalmente, para a qualidade do produto, porque cafés “baixos”, de menor qualidade, não serão bem remunerados. É um cenário que também exige prudência: devemos evitar a euforia e a expansão desordenada da cultura, por meio de novos plantios. A cafeicultura mineira, por ser a mais pujante do Brasil e por representar cerca de 50% da produção nacional, certamente será a mais beneficiada neste cenário, em curto e médio prazos.

IA - *O fato de o Brasil ser o maior produtor e segundo maior consumidor de cafés no mundo deveria garantir maior poder de barganha ao governo brasileiro durante a sua comercialização. O que impede esta ação para evitar crises, com altos custos de produção e desvalorização do preço do produto?*

Antônio Nazareno - Concordo que, por ser o maior produtor mundial de café, o Brasil deveria se impor mais no mercado internacional, mas, infelizmente, não é esta a lógica que move o mercado de café. Temos, aproximadamente, 45 países produtores de café em todo o mundo, em sua expressiva maioria países pobres ou em desenvolvimento, com economia pouco estável. Há outro agravante: quase todos

os países produtores de café são pequenos consumidores per capita do produto, exceção feita ao Brasil (felizmente). Portanto, quase toda a produção de café desses países é exportada para os Estados Unidos, Europa, Japão e outros consumidores. Não há organização dos países produtores para a oferta mundial de café desde 1989, quando ocorreu o término do Acordo Internacional do Café, vigente desde 1962 (pelo Acordo, países produtores e consumidores negociavam anualmente as cotas de exportação e de importação de café, na tentativa de estabilização dos preços; participavam do Acordo 42 países produtores e 25 países consumidores e importadores, cerca de 99,8% dos exportadores e 96% dos importadores). Neste cenário de desorganização do mercado quem se impõe, portanto, são os países consumidores, principalmente quando há equilíbrio entre oferta e procura de café ou, como ocorreu nas duas últimas décadas, quando a produção tende a ser um pouco acima do consumo. Só há movimentação do mercado a favor dos produtores, quando ocorre queda acentuada da produção mundial de café (por intempéries como geadas ou seca, por exemplo, pouco frequentes nos últimos anos) ou quando há baixa excessiva dos estoques mundiais de café, o que ocorreu este ano.

IA - *Tradicionalmente, o Brasil sempre comercializou grandes volumes de café, enquanto outros países produtores investiram na produção de cafés de qualidade, absorvendo parte do mercado e alcançando melhores preços. Qual deve ser a estratégia do Brasil para reverter esse quadro?*

Antônio Nazareno - Na verdade, o Brasil também produz um volume considerável de cafés de qualidade, tanto cerejas descascadas, como naturais de terreiro, comparáveis e mesmo superiores aos melhores cafés do mundo. O problema é que os cafés do Brasil não são cotados internacionalmente como aqueles produzidos por alguns países, como a Colômbia,

por exemplo, que sempre investiram em marketing internacional de seus cafés. Aliás, alguns países produzem cafés diferenciados em qualidade não por opção, mas por imposição de suas condições de ambiente (maturação muito desuniforme dos frutos, o que exige colheita seletiva de frutos cereja, ou ocorrência de excesso de chuva na colheita, o que exige o processamento do café por via úmida). Como o Brasil possui condições ótimas de ambiente para a atividade cafeeira em praticamente todas as regiões produtoras, os cafeicultores muitas vezes descuidam de algumas etapas do processamento, o que resulta em perda na qualidade do produto. Outro aspecto a ser considerado relaciona-se à remuneração, pois até pouco tempo o diferencial de preço de um café superior para um produto padronizado era muito pequeno. Percebemos que a escassez de oferta de cafés de qualidade, consagrados pelo marketing internacional (suaves colombianos, cafés oriundos do México e outros) trouxe muitos compradores para o Brasil, despertando neles o interesse pelo nosso café, como já dito, de qualidade igual ou superior aos melhores cafés do mundo. O momento é oportuno para o Brasil conquistar este mercado e estimular ainda mais a produção de cafés de qualidade superior nas várias regiões produtoras; os cafeicultores serão também estimulados e responderão com produção de maior volume de cafés superiores, pois há hoje maior compensação pelo preço pago aos cafés de qualidade, atualmente com ágio de US\$ 100-150/saca.

IA - *A produção de cafés de boa qualidade, especiais e diferenciados, seria uma alternativa para agregação de valor ao produto diante das oscilações de mercado?*

Antônio Nazareno - Sim. Cafés de boa qualidade sempre têm boa procura no mercado e são mais bem remunerados, mesmo em momentos de excesso de oferta. Devemos considerar, ainda,

que esta é uma das poucas alternativas, senão a única, de agregação de valor ao café pelos produtores (esta consideração se aplica não apenas aos cafeicultores, mas também aos Estados produtores e ao Brasil). Sabemos que por mais que se tente agregar valor ao café, por meio da industrialização no Brasil, para exportação de produtos semiacabados, a maior demanda pelos grandes importadores mundiais é de café cru, pois o processamento é feito por suas próprias indústrias, instaladas nos países consumidores. Portanto, os maiores importadores mundiais sempre comprarão café cru, de melhor qualidade, do Brasil ou de quem o fornecer no mercado, e não devemos nos esquecer que temos outros mais de 40 países produtores mundiais, nossos concorrentes, todos com reduzido consumo interno de café e, portanto, ávidos pela colocação de seu produto no mercado.

IA - Qual o papel da pesquisa brasileira direcionada aos cafés especiais diante do destaque alcançado pelo produto no mercado internacional?

Antônio Nazareno - Felizmente percebemos que o cafeicultor brasileiro tem despertado seu interesse para a produção de cafés de boa qualidade, com padrão superior e certificação de origem, demandando de nossas Instituições de Pesquisa a busca incessante de novos conhecimentos, tecnologias e inovações na área. É neste cenário que visualizamos a importância dos programas de pesquisa em andamento no Brasil, em particular no estado de Minas Gerais, sob a coordenação da EPAMIG, com pesquisadores que buscam de modo racional o conhecimento necessário e as inovações, fruto de trabalhos ordenados e integrados que oferecem aos cafeicultores as melhores soluções, amenizando suas dificuldades e procurando manter suas capacidades competitivas, hoje tão abaladas. A ciência, a tecnologia e a inovação são a base para uma real capacidade competitiva que não poderemos perder, especialmente no café, sempre agregada à

sustentabilidade. Nesse ponto o estado de Minas Gerais pode-se orgulhar, pois conta com vários projetos integrados na área, com a efetiva participação de Instituições como EPAMIG, Ufla, UFV e Procafé. Conta ainda com importantes investimentos em estruturas compartilhadas com os vários segmentos do agronegócio café, como o Centro de Excelência do Café nas principais regiões produtoras, o Polo de Excelência do Café e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT-Café/CNPq/Fapemig), sediados na Ufla, em Lavras.

IA - Qual a contribuição dos concursos de Qualidade de Café regionais, estaduais e nacionais para a melhoria da qualidade dos cafés produzidos no Brasil?

Antônio Nazareno - Os concursos de qualidade têm contribuído enormemente para a melhoria da qualidade dos cafés do Brasil, por várias razões. Em primeiro lugar, percebemos que a iniciativa busca o reconhecimento dos cafeicultores participantes e a valorização de seu produto num mercado disposto a pagar altas somas pela qualidade, o que é muito positivo. Há também um forte estímulo à maior profissionalização do cafeicultor, independentemente do tamanho de sua propriedade, pois o concurso motiva os participantes ao gerenciamento da atividade cafeeira como uma atividade empresarial lucrativa. Para os organizadores é também importante o conhecimento do potencial de produção de cafés de qualidade de uma dada região, que nos concursos de qualidade passa a ser mapeada pelos resultados alcançados. É ainda uma metodologia eficiente, por orientar o trabalho de Cooperativas e Associações de Cafeicultores, além de Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural, na identificação dos pontos de estrangulamento do processo produtivo de café em uma dada região e no estabelecimento de programas que busquem solucioná-los, com vistas à permanente melhoria da qualidade dos cafés nela produzidos.

IA - Sendo também cafeicultor, que mensagem deixaria aos produtores de café, cujo produto foi e continua sendo um grande gerador de emprego e renda no Brasil?

Antônio Nazareno - Fui, até pouco tempo atrás, um pequeno cafeicultor, e, hoje, considero-me um miniprodutor de café. Infelizmente, com o envolvimento cada vez maior em atividades administrativas na Universidade, não pude mais dedicar uma parcela do meu tempo à atividade como produtor, mas procuro manter minhas atividades acadêmicas em cafeicultura, no ensino de graduação e pós-graduação, inclusive na orientação de estudantes e na pesquisa em melhoramento genético do cafeeiro Arábica. Sou muito otimista quanto às perspectivas atuais e futuras para o café brasileiro, em especial para os cafeicultores mineiros. Recomendo apenas, além das considerações feitas nas questões anteriores, que os nossos cafeicultores atentem para a mudança de cenários que vivemos no presente, particularmente entre os consumidores. Os consumidores de países maiores importadores de café têm ampliado seu conceito de qualidade, valorizando determinados itens além daqueles que são perceptíveis no momento da aquisição do produto, como atributos associados ao aspecto, sabor e aroma. Passam a exigir informações associadas à cadeia primária de produção, origem do produto, processo de produção, sustentabilidade, não comprometimento do meio ambiente, inexistência de trabalho infantil e remuneração justa ao produtor. Estas nuances do mercado devem ser consideradas pelos cafeicultores brasileiros, a fim de procederem à organização de seu processo produtivo para assegurar sua sobrevivência na atividade, contribuindo para que o café continue a ser um dos produtos mais importantes para o Brasil.

■ Por Vânia Lacerda

Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade

Gerson Silva Giomo¹

Flávio Meira Borém²

Resumo - Os cafés especiais são reconhecidos por sua qualidade diferenciada, sendo tanto mais valorizados quanto mais raros e exóticos forem seus perfis sensoriais. A qualidade da bebida do café é influenciada por diversos fatores, sendo os mais notáveis aqueles relacionados com o ambiente, o processamento e a constituição genética das plantas (espécie/cultivar). Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de cultivares produtivas e adaptadas aos diversos ambientes transformaram o Brasil no maior produtor mundial de café. Embora a qualidade venha sendo melhorada a partir da utilização de técnicas apropriadas ao manejo do café na lavoura e na pós-colheita, são raras as iniciativas direcionadas à exploração do potencial genético de novas cultivares para a produção de cafés com qualidade de bebida diferenciada pelo sabor e aroma. Ainda que qualquer cultivar de *Coffea arabica* L. tenha potencial para produzir cafés de alta qualidade, perfis sensoriais mais valorizados, com elevada reputação no mercado de cafés especiais, têm sido encontrados com maior frequência em cultivares antigas, como 'Bourbon Amarelo'. Outros genótipos, ainda não cultivados comercialmente no Brasil, vêm apresentando características sensoriais promissoras para a produção de cafés especiais, com potencial qualitativo superior ao Bourbon, constituindo excelente alternativa para incrementar a produção de cafés especiais, à medida que propiciam a produção de microlotes de cafés raros e com alto valor agregado.

Palavras-chave: Café. *Coffea arabica*. Qualidade do café. Cultivar. Genótipo.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e possui uma das melhores tecnologias para exploração da lavoura cafeeira. Embora seja líder no mercado desse produto, o País é reconhecido no mercado internacional como um fornecedor de grande quantidade de cafés comuns e de baixo preço, enquanto países como Colômbia, Guatemala, Costa Rica e Quênia, dentre outros, são reconhecidos pela produção de cafés de melhor qualidade e com atributos sensoriais diferenciados, os quais recebem prêmio por esses atributos (SAES; NAKAZONE, 2004).

Mesmo produzindo grande diversidade de tipos de café, o Brasil ainda possui no mercado internacional a imagem de grande produtor de um único tipo de café, o café "Santos". Para se desvencilhar dessa imagem negativa ou visão equivocada do café brasileiro, nos últimos anos tem ocorrido uma busca intensa pela melhoria da qualidade, incluindo investimentos em infraestrutura e capacitação tecnológica em todas as regiões produtoras, principalmente na fase de pós-colheita, com ênfase no processamento e na secagem do café. Contudo, ainda é notória a existência de uma boa parcela de compradores internacionais de café, os quais, por estarem vinculados

a conceitos antigos, não conhecem a realidade da cafeicultura brasileira e nem a sua diversidade.

A demanda por cafés especiais no mercado mundial vem crescendo em proporções maiores do que a por cafés comuns, indicando a preferência dos consumidores por aqueles que possuem qualidade de bebida diferenciada, principalmente no sabor, aroma, corpo e acidez (PEREIRA; BARTHOLO; GUIMARÃES, 2004). Ao mesmo tempo em que exigem qualidade, os consumidores estão mais conscientes e aceitam pagar mais por cafés que satisfaçam suas preferências. Dessa forma, os melhores preços pagos aos cafés especiais

¹Eng^o Agr^o, Pós-Doc., Pesq. Científico IAC - Centro de Café "Alcides Carvalho", Caixa Postal 28, CEP 13012-970 Campinas-SP. Correio eletrônico: gsgiomo@iac.sp.gov.br

²Eng^o Agr^o, Pós-Doc., Prof. Associado III UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: flavioborem@deg.ufla.br

constituem uma ótima oportunidade para agregar valor ao café brasileiro, o que justifica intensificar o uso de estratégias que contribuam para a melhoria da qualidade e que facilitem a inserção desses cafés nos mercados interno e externo.

Dada a diversidade do parque cafeeiro e o elevado nível tecnológico da cafeicultura, o Brasil possui condições favoráveis para aumentar sua participação no mercado de cafés especiais. Para tornar isso realidade, são necessários investimentos tanto no setor produtivo, quanto na pesquisa científica e tecnológica, tendo em vista o aperfeiçoamento de técnicas que contribuam efetivamente para o aprimoramento da qualidade do café. Alguns aspectos relacionados com o uso de novas cultivares, com maior aptidão para a produção de cafés especiais, têm sido negligenciados no Brasil, o que requer direcionamentos inovadores da pesquisa para desenvolver cultivares com maior potencial para a produção de cafés com qualidade de bebida diferenciada.

CAFÉS ESPECIAIS: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

O segmento dos cafés especiais surgiu entre 1970 e 1980 nos Estados Unidos, quando um grupo de industriais fundou a Specialty Coffee Association of America (SCAA), com o objetivo de estimular a produção e o consumo de cafés especiais. O conceito de cafés especiais está relacionado com o prazer que a bebida pode proporcionar ao consumidor por meio de algum atributo específico. Seu significado é amplo e depende do segmento para o qual se aplica, o que pode causar confusão em determinadas situações, uma vez que produtores, indústrias e consumidores podem ter interpretações diferentes sobre o que é um café especial.

Como não há uma definição precisa sobre o conceito de cafés especiais, para fazer uma abordagem imparcial, sem desmerecer ou privilegiar determinados setores da cadeia produtiva, considera-se apropriado utilizar o conceito originalmente proposto no início da década de

1980, no qual a palavra *specialty* possui o significado de especialidade, de algo muito bom, de qualidade superior e diferenciada, conforme Uejo Neto (2007). Assim, os cafés especiais diferenciam-se dos comuns por características relacionadas com a qualidade de bebida, o aspecto físico dos grãos, o local de origem, a forma de cultivo e de colheita, o tipo de preparo, as cultivares e a quantidade limitada de produção, dentre outras.

Além de possuírem qualidade diferenciada e elevado potencial de expressão de aroma e sabor, os cafés especiais não podem apresentar qualquer tipo de defeito, obtendo no mínimo 80 pontos na escala de classificação de cafés especiais da SCAA, o que equivale a um café de bebida mole de acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003). Deve apresentar um caráter distinto na xícara e ser notavelmente bom, pois, mesmo apresentando bom aspecto físico, se, após a torra, o café não for altamente aromático e agradável ao paladar deixará de ser especial.

A qualidade diferenciada dos cafés especiais está relacionada com a qualidade intrínseca do café, representando tudo aquilo que os grãos possuem em termos de compostos químicos, que, após a torra, irão proporcionar aroma, sabor, acidez, doçura e amargor à bebida. Nesse contexto, ressalta-se que a qualidade do café não deve ser confundida com a preferência do consumidor, ficando claro que qualidade intrínseca é aquilo que o café possui de fato, sob a interferência da interação genótipo × ambiente × processamento, enquanto preferência é algo subjetivo que representa o gosto particular do consumidor, sob interferência de aspectos socioeconômico-culturais e conhecimentos específicos relacionados com o café.

VALE A PENA INVESTIR NA MELHORIA DA QUALIDADE DO CAFÉ?

Para muitos cafeicultores, essa é uma questão que gera controvérsias e constitui

um verdadeiro dilema, uma vez que nas últimas décadas, a prática de comercialização de café no mercado brasileiro foi a ausência de valorização da qualidade do produto. Alguns produtores alegam que os investimentos são elevados e não compensam os pequenos diferenciais de preços eventualmente pagos pelos cafés de melhor qualidade. Outros, já consideram que o investimento na produção de cafés de qualidade é uma necessidade para aumentar a competitividade da cafeicultura, cujo retorno ocorrerá, à medida que conseguirem acessar mercados que pagam mais pelos cafés especiais.

Diante das oscilações de preço nos mercados tradicionais de commodities, o segmento de cafés especiais tem sido a aposta de muitos produtores para driblar períodos de crise. Segundo Chagas et al. (2009), o segmento de cafés especiais representa um nicho de mercado que pode ser mais bem explorado no Brasil. Ao mesmo tempo que existe diferencial no custo de produção de cafés especiais em relação aos cafés comuns, em média de 11% a 20%, há também um diferencial de preço para os cafés especiais, variável entre 10% e 30%, podendo chegar a 100% em alguns casos isolados (SAES et al., 2008).

Em vista do aumento da demanda por cafés de melhor qualidade e da possibilidade de agregação de valor aos cafés especiais, tornam-se necessários investimentos que priorizem a melhoria da qualidade do café brasileiro, pois ainda que o Brasil encontre-se em situação favorável quanto ao volume de produção de café, precisa melhorar bastante no quesito qualidade. É importante destacar que, em alguns casos, a melhoria da qualidade pode não render ágios, conforme a expectativa do cafeicultor, mas poderá ser pré-requisito para a entrada do café em determinados mercados e, à medida que se conquistam novos mercados, pode ficar mais fácil estabelecer melhores contratos e negociar melhores preços para os cafés especiais.

Dependendo da qualidade do café, as diferenças de preço podem ser notáveis.

Cafés finos e cafés de boa qualidade podem receber preços bem maiores que os cafés comuns (Quadro 1). Destaca-se o café cereja descascado (CD) com diferencial de preço de R\$ 50,00 a R\$ 60,00 por saca em relação ao café fino/extrafino, considerando-se os preços mínimos e máximos, respectivamente.

Observam-se perdas de R\$ 10,00, R\$ 40,00, R\$ 60,00 e R\$ 110,00 por saca, em relação aos cafés de boa qualidade – duros bem preparados, duros com xícaras mais fracas, riados e rio, respectivamente. Portanto, é bem visível que o preço do café decresce, à medida que piora a qualidade da bebida. Nota-se também que os cafés para consumo interno geralmente possuem pior qualidade e, por isso, recebem menores preços que os cafés finos. Dessa forma, fica ilustrada a questão do binômio qualidade × preço, cabendo ao cafeicultor a decisão pelo investimento na melhoria da qualidade do café.

Ressalta-se que em determinados anos o diferencial de preço entre os melhores e os piores cafés é menor, podendo representar o limiar entre o lucro e o prejuízo. Assim, o café CD deve receber maior atenção por parte do produtor, uma vez que o ágio pago para esse tipo de café pode compensar os investimentos necessários para a sua produção. Quando se adota a técnica de processamento do café CD, há outras vantagens competitivas agregadas ao processo produtivo, sendo notória a redução

do volume de café manejado nos terreiros, secadores e tulhas, redução do período de secagem dos cafés em pergaminho, quando comparados aos cafés naturais.

Ainda que não ocorra a devida remuneração pela qualidade do café CD, o descascamento pode melhorar a eficiência produtiva, reduzir custos operacionais e aumentar as chances de melhorar a qualidade do café. Por outro lado, é preciso estar ciente que o descascamento do café pode não significar melhoria de qualidade, se não for devidamente acompanhado da implementação de um pacote tecnológico completo para o seu manejo na pré e pós-colheita.

IMPORTÂNCIA DA CONSTITUIÇÃO GENÉTICA DAS CULTIVARES

A qualidade de bebida do café é determinada principalmente pelo sabor e aroma formados durante a torração a partir de precursores presentes no grão cru, influenciada por inúmeros fatores, tais como: genéticos, ambientais e tecnológicos e suas interações. Estudos como os de Alpizar e Bertrand (2004) indicam que o fator genético, as condições ambientais e os procedimentos na colheita e pós-colheita são os elementos mais importantes na determinação da qualidade do café.

Assim, fatores relacionados com o solo, altitude, face de exposição, cultivar, manejo, maturação, processamento, secagem,

beneficiamento, armazenamento e torra interagem entre si e afetam a qualidade do café em diferentes intensidades. Por causa dessas interações é muito difícil apontar quais são os elementos mais importantes na definição da qualidade de bebida, o que requer estudos detalhados do desempenho qualitativo de cultivares, a fim de indicar as mais adaptadas a cada ambiente.

Dentre diversas espécies do gênero *Coffea*, a *C. arabica* L. é a que apresenta melhor qualidade de bebida, sendo considerada a única capaz de produzir cafés com bebidas aromáticas e saborosas. Bebidas de qualidade inferior são consideradas anormalidades para a espécie *C. arabica* e podem estar associadas a alguma falha na produção, colheita ou pós-colheita do café, assim como a adversidades ambientais que impedem a expressão plena do potencial genético das cultivares.

O componente genético é representativo na definição do sabor e aroma do café, e quando se consegue uniformizar outras fontes de interferência é possível encontrar diferenças na expressão do potencial genético para a qualidade de bebida entre cultivares. Segundo Poulaim et al. (2009), a cultivar é um dos fatores que mais contribui para a definição da qualidade de bebida do café Arábica. Certas características da qualidade do café são relativamente estáveis e inerentes ao genótipo, podendo servir como indicativo de espécies ou cultivares. Assim, diferentes cultivares podem produzir cafés que apresentam diferenças na qualidade global da bebida, com sabor e aroma distintos, mesmo quando cultivadas nas mesmas condições.

As principais diferenças de sabor entre genótipos de *C. arabica* são devidas às diferenças na constituição genética das plantas (MEDINA FILHO, 2007), a qual determina a manifestação de precursores de sabor e aroma distintos entre diferentes genótipos. Vários estudos já foram feitos visando correlacionar o efeito genético de cultivares de café Arábica com a qualidade de bebida. Entretanto, os resultados são variáveis, sendo afetados tanto pela baixa diversidade genética existente nas culti-

QUADRO 1 - Preços de café em grão cru, bica corrida, tipo 6 para melhor, safra 2009/2010 - São Paulo, SP

Descrição	Preço (R\$/saca)	
	Mínimo	Máximo
Cereja descascado finos	380,00	400,00
Finos a extrafinos (Mogiana e Minas)	330,00	340,00
Boa qualidade (duros bem preparados)	320,00	325,00
Duros com xícaras mais fracas	290,00	310,00
Riado	270,00	280,00
Rio	220,00	250,00
Consumo interno (bebida dura)	230,00	240,00
Consumo interno (bebida riada)	220,00	230,00

FONTE: Dados básicos: Escritório Carvalhaes (2010).

vares comerciais, quanto pela influência do ambiente.

Em estudo sobre os efeitos de forma de processamento, genótipos e ambiente de produção na qualidade do café, Salla (2009) verificou uma forte interferência da constituição genética na determinação do sabor e aroma. A qualidade de bebida da maioria dos genótipos e cultivares variou em função do ambiente e da forma de processamento, porém algumas cultivares apresentaram melhor qualidade de bebida em todos os ambientes e em qualquer forma de processamento, indicando elevada estabilidade genética para a qualidade de bebida. Dessa forma, quando uma cultivar possui predisposição genética para manifestar sabores e aromas distintos, melhor qualidade de bebida poderá ser obtida em diversos ambientes, independentemente da forma de processamento. Nesse caso, o fator genético predomina sobre os demais e, ainda que ocorram variações de intensidade em determinados atributos sensoriais, a cultivar continuará sendo reconhecida pelo seu sabor e aroma característicos, inerentes à sua própria constituição genética.

CULTIVARES DIFERENCIADAS PELA QUALIDADE DE BEBIDA

Por muitos anos, a principal meta do melhoramento genético do cafeeiro no Brasil sempre foi a busca de incrementos de produtividade, associado ao vigor da planta e resistência a alguma praga e/ou doença, sem grandes preocupações com as características de sabor e aroma que diferenciam os cafés especiais. Graças a isso, as cultivares melhoradas contribuíram para que o País se tornasse o maior produtor mundial de café. No entanto, é necessário destacar que a falta de prioridade no desenvolvimento de cultivares com maior aptidão para qualidade de bebida pode constituir importante fator de restrição à qualidade.

Ainda que existam diversas regiões produtoras, inúmeras cultivares para plantio e tecnologias específicas para o

aprimoramento da qualidade do café, especialmente aquelas relacionadas com a pós-colheita, observa-se que o fator genético tem sido pouco explorado. Acredita-se que o uso intensivo de poucas cultivares pode levar à produção de cafés com sabores e aromas comuns e muito parecidos. Assim, quando aparecem diferenças no perfil sensorial do café, essas são devidas muito mais ao ambiente ou a alguma forma específica de processamento do que propriamente à cultivar.

Cultivares tradicionais

Dentre as inúmeras cultivares de café Arábica disponíveis no Brasil destacam-se algumas mais antigas como ‘Típica’, ‘Bourbon’ e ‘Caturra’ que, a despeito da baixa produtividade, são reconhecidas mundialmente por produzirem cafés com elevada qualidade de bebida. Outras cultivares menos conhecidas como ‘Laurina’, ‘Ibairi’ e ‘Mokka’ destacam-se pelo excelente aroma e sabor da bebida (MEDINA FILHO, 2007), porém apresentam menor potencial produtivo que a ‘Bourbon’ e, obviamente, inferior às cultivares Catuai e Mundo Novo, além de exigirem sistemas de produção mais apropriados para compensar a baixa produtividade. Embora qualquer cultivar de *C. arabica* tenha potencial para produzir cafés com melhor qualidade de bebida, tem-se verificado que sabores e aromas diferenciados ocorrem com elevada frequência em cultivares tradicionais, com destaque para a ‘Bourbon Vermelho’ e ‘Bourbon Amarelo’.

Cultivar Bourbon

A cultivar Bourbon é reconhecida internacionalmente por apresentar elevado potencial para a produção de cafés com qualidade de bebida superior nas regiões de melhor aptidão climática, sendo por isso altamente requisitada no mercado de cafés especiais. Considerando esses aspectos e o crescente interesse pelo uso dessa cultivar, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) restabeleceu o Programa

de Melhoramento Genético do Cafeeiro Bourbon, que havia sido interrompido nos anos 80. Dessa forma, desde 2005 vários experimentos vêm sendo conduzidos para avaliar o desempenho agrônomo e tecnológico de ‘Bourbons’ em diversas regiões produtoras do estado de São Paulo (Campinas, Mococa, Franca e São Sebastião da Grama) e Minas Gerais (Lavras e Santo Antônio do Amparo), com ênfase no estudo da cultivar Bourbon, tendo como testemunha as cultivares Catuai e Mundo Novo. A EPAMIG e a Ufla são parceiras fundamentais na condução e avaliação desses experimentos.

Diversas linhagens de ‘Bourbon Amarelo’ e ‘Bourbon Vermelho’ estão sendo avaliadas quanto ao potencial para a produção de cafés especiais, com qualidade de bebida superior e características sensoriais distintas. Resultados preliminares indicam que existe variabilidade para a qualidade de bebida entre os genótipos estudados, principalmente quanto ao sabor e aroma, o que justifica a seleção genética (GIOMO et al., 2010b). No Gráfico 1, é apresentado um comparativo da qualidade sensorial de 18 cultivares de café Arábica provenientes de São Sebastião da Grama, SP, processadas por via úmida (cereja descascado).

As diferenças de qualidade de bebida podem ser atribuídas ao componente genético das cultivares, uma vez que todos os demais fatores que interferem na qualidade foram idênticos e devidamente monitorados. Todas as cultivares que apresentam nota acima de 80 pontos SCAA possuem potencial para a produção de cafés especiais, com destaque para aquelas com nota igual ou superior a 82 pontos (Bourbon Amarelo/Fazenda Betânia - Santo Antônio do Amparo; Bourbon Amarelo/Aloízio de Castro - Carmo de Minas; Bourbon Italiano/Fazenda Monte Alegre - Alfenas; Bourbon Trigo/Fazenda Monte Alegre - Alfenas; Bourbon Amarelo/Fazenda Samambaia - Santo Antônio do Amparo e Caturra Vermelho IAC-477).

Esses resultados confirmam o elevado potencial das cultivares Bourbon Amarelo

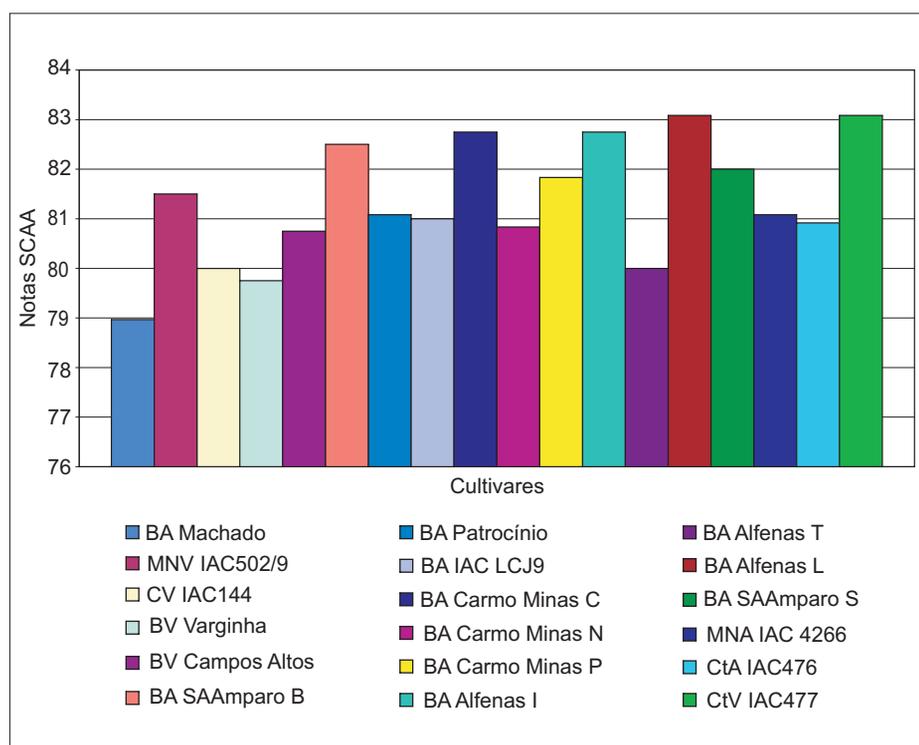


Gráfico 1 - Pontuação SCAA obtida na avaliação de cultivares de *C. arabica*, processamento cereja descascado - São Sebastião da Gramma, SP

FONTE: Giomo et al. (2010b).

NOTA: SCAA - Specialty Coffee Association of America; BA Machado - Bourbon Amarelo/EPAMIG-Machado; MNV IAC502/9 - Mundo Novo IAC 502/9/EPAMIG-Machado; CV IAC144 - Catuaí Vermelho IAC 144/EPAMIG-Machado; BV Varginha - Bourbon Vermelho/Procafé-Varginha; BV Campos Altos - Bourbon Vermelho/Fazenda São João Batista-Campos Altos; BA SAAmparo B - Bourbon Amarelo/Fazenda Betânia-Santo Antônio do Amparo; BA Patrocínio - Bourbon Amarelo/Fazenda Boa Vista-Patrocínio; BA IAC LCJ9 - Bourbon Amarelo LCJ 9/IAC-Campinas; BA Carmo Minas C - Bourbon Amarelo/Aloízio de Castro-Carmo de Minas; BA Carmo Minas N - Bourbon Amarelo/Sebastião Nogueira-Carmo de Minas; BA Carmo Minas P - Bourbon Amarelo/Fazenda Paixão-Carmo de Minas; BA Alfenas I - Bourbon Italiano/Fazenda Monte Alegre-Alfenas; BA Alfenas T - Bourbon Trigo/Fazenda Monte Alegre-Alfenas; BA Alfenas L - Bourbon Limoeiro/Fazenda Monte Alegre-Alfenas; BA SAAmparo S - Bourbon Amarelo/Fazenda Samambaia-Santo Antônio do Amparo; MNA IAC4266 - Mundo Novo Amarelo IAC4266; CtA IAC476 - Caturra Amarelo IAC476; CtV IAC477 - Caturra Vermelho IAC477.

e Caturra para a produção de cafés especiais que, nas condições do experimento, superaram a cultivar Catuaí Vermelho IAC-144, utilizada como testemunha. À medida que esses resultados vão sendo confirmados e validados, novas linhagens e/ou cultivares de Bourbon Amarelo e Caturra, diferenciadas para a produção de cafés especiais, poderão ser testadas em outros ambientes e recomendadas para plantio em escala comercial.

Novas cultivares

Pesquisas desenvolvidas pelo IAC indicam que cultivares primitivas de *C. arabica* introduzidas da África (Etiópia, Quênia, Tanzânia, Sudão), Índia e América Central (Guatemala, El Salvador e Costa Rica), dentre outras, assim como genótipos selvagens introduzidos da Etiópia, apresentam elevado potencial para a utilização em programas de melhoramento que visem à

melhoria da qualidade do café (CARVALHO; MONACO; SCARANARI, 1962). Muitos desses genótipos apresentam variabilidade natural para diversos parâmetros qualitativos, com destaque para alguns aspectos físicos (tamanho, formato, cor e densidade dos grãos), químicos (teor de cafeína e teor de óleo) e atributos sensoriais (sabor, aroma, doçura e acidez).

O controle e o monitoramento dos principais fatores que afetam a qualidade do café são essenciais para permitir a máxima expressão do potencial genético das cultivares. Assim, a utilização de procedimentos bem definidos para a colheita, processamento, secagem e preparo de amostras, com técnicas específicas para a avaliação da qualidade sensorial, tem sido fundamental para a detecção de nuances raras de sabor e aroma, tanto em cultivares antigas quanto em genótipos introduzidos de outros países.

Resultados preliminares têm confirmado que o fator genético exerce um efeito acentuado na determinação do perfil sensorial do café, o que permitirá a seleção de cultivares diferenciadas para a produção de cafés especiais, com características sensoriais raras e exóticas (GIOMO et al., 2010a). Uma vez identificadas as características qualitativas de interesse, o passo seguinte é transferi-las para cultivares com maior potencial produtivo. Assim, por meio de melhoramento genético direcionado à melhoria da qualidade do café, torna-se possível a seleção de cultivares que associem alta produtividade com qualidade de bebida diferenciada, principalmente quanto ao sabor e aroma.

No Quadro 2, é apresentada a descrição dos perfis sensoriais de alguns genótipos e cultivares de *C. arabica*, para o mesmo ambiente e mesma forma de processamento. Nota-se que os genótipos apresentaram qualidade de bebida superior à das cultivares Catuaí Vermelho IAC-81 e Catuaí Amarelo IAC-62, utilizadas como testemunha, tanto pela nota global, quanto pelo perfil sensorial, constituindo material de interesse para o aprimoramento da qualidade de bebida. Alguns genótipos produzem cafés

QUADRO 2 - Descrição do perfil sensorial de genótipos selvagens introduzidos da Etiópia em comparação com cultivares comerciais, processamento por via seca

Genótipo	Origem	Nota SCAA e descrição do perfil sensorial
32 - Gojjan	Etiópia	86 - Frutado, caramelo, avinhado, uva passa
28 - Kaffa	Etiópia	85 - Floral suave, frutado, terroso, avinhado
52 - Illubabor	Etiópia	84 - Floral suave, chocolate, melado
54 - BA10	Índia	84 - Chocolate, caramelo, terroso, avinhado
24 - Harar	Etiópia	84 - Chocolate, frutado, uva, cedro, complexo
97/27 - Híbrido	Brasil	84 - Chocolate, frutado, caramelo, mel, cedro
62 - Harar	Etiópia	83 - Floral intenso, frutado, mel, uva passa
12 - Shoa	Etiópia	81 - Terroso, amadeirado, suave
CV IAC81	Brasil	78 - Doçura boa, adstringência moderada
CA IAC62	Brasil	77 - Amargor forte, sabor desagradável, borracha,

FONTE: Giomo et al. (2010a).

NOTA: SCAA - Specialty Coffee Association of America; CV - Catuaí Vermelho; CA - Catuaí Amarelo.

com sabores e aromas distintos daqueles encontrados nas principais cultivares comerciais, muitas vezes assemelhando-se ao perfil sensorial dos cafés produzidos nas regiões de origem desses genótipos, os quais são classificados como cafés exóticos e mais valorizados no mercado de cafés especiais.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS CAFÉS ESPECIAIS

A qualidade do café não é uma variável subjetiva, uma vez que pode ser quantificada e avaliada objetivamente. Assim, pode ser usada como uma variável resposta em pesquisas científicas que envolvam o aprimoramento da qualidade do café. Quanto à qualidade física do café, um conceito que precisa ser mais bem compreendido é aquele relacionado com o tamanho dos grãos, geralmente caracterizado por meio de peneiras com crivos circulares e oblongos.

Tradicionalmente, em diversos países, valorizam-se mais os cafés que apresentam grãos graúdos, por entenderem que esses grãos têm melhor aspecto e/ou melhor conformação e, por isso, podem proporcionar melhor bebida. De fato, essa é uma característica física importante para o mercado, pois constitui um indicativo do desenvolvimento dos grãos, uma vez que fatores ambientais que causam estresse às plantas, como, por exemplo, falta de água

e nutrição desequilibrada, interferem no tamanho dos grãos.

Quando há predominância do efeito genético na definição de características físicas dos grãos, inclusive no tamanho e formato dos grãos, é necessário maior atenção para compreender os efeitos relacionados com a qualidade do café. Dessalegn et al. (2008) e Kathurima et al. (2009) avaliaram a qualidade de bebida e as características físicas e químicas dos grãos de diversas cultivares de café Arábica e verificaram que não houve correlação significativa entre características físicas ou teor de cafeína com a qualidade de bebida. Isso indica que a seleção de cultivares para melhor qualidade de bebida ou para diferentes teores de cafeína nos grãos não deve ser feita unicamente com base no tamanho dos grãos, pois poderá ser pouco efetiva.

Ainda que o aspecto físico do grão, principalmente relacionado com o tamanho e a aparência, seja um fator relevante na determinação do preço do café, a qualidade de bebida é, sem dúvida, o principal diferencial de um café especial, o qual é tanto mais valorizado quanto mais raro e exótico for o seu perfil sensorial. Essas informações são extremamente úteis aos programas de melhoramento genético do cafeeiro no Brasil, pois frequentemente observa-se grande preocupação quanto ao tamanho e ao formato dos grãos durante

o processo de seleção de plantas, essencialmente para atender alguns padrões do mercado de commodities, quando na verdade essas características apresentam pouca importância, quando o foco é a qualidade da bebida.

Excelente qualidade de bebida pode ser obtida a partir de genótipos que produzem grande quantidade de grãos pequenos e grãos mocas, contrariando a regra geral. Nesse contexto, não se descarta a possibilidade de ter ocorrido seleção negativa para a qualidade de bebida em determinadas cultivares brasileiras. Por isso, quando se trabalha com genótipos selvagens e/ou novas cultivares, visando o mercado de cafés especiais, não devem ser seguidos os mesmos padrões existentes para os cafés comuns.

Classificação quanto às características físicas

As principais características físicas dos grãos de café estão relacionadas com o tamanho, o formato, a cor e a massa específica e são utilizadas rotineiramente como parâmetros para avaliação da qualidade do café, segundo alguns padrões estabelecidos pelo mercado. Para avaliação da qualidade física, além das características intrínsecas dos grãos normais, colhidos e processados corretamente, também é verificada a presença de grãos que apresentam algum tipo de defeito, como os grãos verdes, pretos e ardidos, considerados anormalidades por estarem relacionados com algum problema que ocorreu durante o processo produtivo. Demais tipos de grãos que sofreram qualquer tipo de alteração como brocados, deteriorados e quebrados, assim como impurezas e matérias estranhas, também são classificados como defeitos por apresentarem risco à qualidade do café.

No Brasil, oficialmente a classificação do café é feita de acordo com os procedimentos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 8 de 11/6/2003 (BRASIL, 2003), que diz respeito ao regulamento técnico para a classificação de café cru. O café beneficiado é classificado quanto à espécie, ao formato do grão e à sua granulometria (Quadro 3), quanto à qualidade

QUADRO 3 - Classificação de café Arábica quanto ao formato e tamanho dos grãos

Grão chato		Grão moca	
Peneiras com crivos circulares		Peneiras com crivos oblongos	
Graúdo	19, 18 e 17	Graúdo	13, 12 e 11
Médio	16 e 15	Médio	10
Miúdo	≤ 14	Miúdo	≤ 9

FONTE: BRASIL (2003).

da bebida pela prova de xícara e quanto ao tipo em função da quantidade de defeitos presentes em uma amostra de 300 g. Essa classificação pode ser usada tanto para cafés comuns quanto para cafés especiais, porém pode haver restrição ao seu uso para determinados mercados.

Para a classificação exclusiva de cafés especiais, a SCAA adota um método em que a quantificação de defeitos assemelha-se ao método brasileiro. Na classificação de grãos crus, são utilizadas amostras de 350 g e os defeitos são separados em primários e secundários. Também é feita uma avaliação de grãos torrados em amostras de 100 g para verificar se existem *quakers*, ou seja, grãos imaturos ou de baixa densidade, que permanecem com coloração mais clara destoante da média após a torra (KOSALOS et al., 2004). Segundo esse método, os cafés podem ser classificados em três categorias, descritas a seguir:

- specialty*: café que não apresenta nenhum tipo de defeito primário (preto, ardido, coco, danificado por fungo, severamente danificado por inseto, material estranho) e pode ter até no máximo cinco defeitos secundários (parcialmente preto, parcialmente ardido, marinho, malformado, verde, concha, quebrado, cascas, levemente danificado por inseto). Não pode apresentar nenhum grão *quaker* no café torrado e a nota da análise sensorial deve ser de no mínimo 80 pontos SCAA;
- premium*: café que apresenta até oito defeitos primários ou secundários na avaliação do grão cru. Pode apresentar até três grãos *quaker* no café torrado e a nota da análise

sensorial deve ser igual ou superior a 80 pontos;

- not specialty*: são cafés que apresentam defeitos em quantidade superior ao permitido nas categorias *specialty* ou *premium* e/ou nota inferior a 80 pontos na análise sensorial. Também se enquadram nessa categoria cafés com odores estranhos, como, por exemplo, fumaça e óleo diesel, ou teor de água acima de 12% para cafés despulpados e 13% para cafés naturais, mesmo que tenham quantidade de defeitos dentro dos limites de tolerância ou nota acima de 80 pontos.

Classificação quanto às características sensoriais

A avaliação sensorial do café é feita por meio dos órgãos dos sentidos, especialmente gosto, olfato e tato. Embora possa parecer uma avaliação subjetiva, a análise sensorial é o método mais utilizado para caracterização da qualidade de bebida do café e, ainda que seja passível de erros,

não se encontrou outra solução, em vista da complexidade dos fatores que envolvem a manifestação de aromas e sabores na bebida. É uma das etapas mais importantes na avaliação da qualidade do café, pois a qualidade da bebida é um dos aspectos que recebem maior peso na definição do preço do produto.

A prova de xícara tradicional é largamente empregada para a classificação da bebida dos cafés commodities, que podem ser classificados em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e rio zona (Quadro 4). Contudo, como não há um critério uniforme ou padronização de procedimentos para a sua realização, especialmente quanto à torra do café, esse tipo de avaliação sensorial apresenta algumas limitações, não sendo adequado para a análise sensorial de cafés especiais.

A subjetividade da avaliação sensorial do café não está bem fundamentada, visto que as diferenças entre os tipos de bebidas de café são bem acentuadas, não permitindo que degustadores treinados e experientes tenham dúvida quanto à classificação da bebida (BARCA, 1998). Um bom provador de café precisa ter sensibilidade olfativa e gustativa para diferenciar as características principais da bebida, como aroma, doçura, acidez, corpo e amargor e nuances especiais, identificando com precisão a qualidade do café.

Na avaliação sensorial de cafés especiais, além da nota global são importantes as pontuações obtidas em cada um dos atributos sensoriais que compõem a qua-

QUADRO 4 - Descrição dos tipos de bebida do café, segundo Instrução Normativa nº 8, de 11/6/2003

Tipo de bebida	Características básicas
Estritamente mole	Sabor muito agradável, muito suave e muito adocicado
Mole	Sabor agradável, suave e adocicado
Apenas mole	Sabor levemente doce, suave e com leve adstringência
Dura	Sabor áspero, adstringente e sem paladares estranhos
Riada	Leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico
Rio	Sabor acentuado e desagradável de iodofórmio
Rio zona	Sabor muito forte de iodofórmio, repugnante ao paladar

FONTE: BRASIL (2003).

lidade da bebida. Dentre as metodologias disponíveis para análise sensorial dos cafés especiais tem sido bastante utilizado o método da SCAA, elaborado a partir da sistematização de avaliação sensorial proposta por Lingle (2001). A utilização de procedimentos padronizados (protocolo) em todas as etapas do preparo e análise dos cafés torna esse método bastante aceito e utilizado em qualquer lugar do mundo onde exista café especial (ALVES, 2007).

Os atributos sensoriais são agrupados em duas categorias, sendo uma subjetiva, representada pela fragrância/aroma, sabor, sabor residual, acidez, corpo, equilíbrio e impressão global, e uma objetiva, representada pela uniformidade, xícara limpa e doçura. Os atributos subjetivos são pontuados segundo sua qualidade em uma escala de 6 a 10 pontos, com intervalos de 0,25 pontos, conforme a escala de pontuação apresentada no Quadro 5. A faixa inferior da escala, abaixo de 6 pontos, não é apresentada, pois serve para discriminar cafés com qualidade abaixo do grau *specialty*. Há também uma escala de intensidade para fragrância/aroma (fraco a forte), acidez (baixa a alta) e corpo (diluído ou denso).

O método SCAA permite determinar diferenças entre as características sensoriais de diferentes amostras de café, assim como descrever as notas de aroma e sabor predominantes e determinar as possibilidades de aplicação de cada café. Resultados altamente positivos decorrem da percepção de um conjunto equilibrado formado por todos os atributos avaliados. Por outro lado, os defeitos da bebida implicam em resultados pouco expressivos, decorrentes de interferências desagradáveis no sabor. A avaliação global baseia-se na memória sensorial que o degustador possui, sempre tomando por referência cafés de mesma origem e natureza.

Os atributos objetivos são pontuados em uma escala de 0 a 10 pontos, sendo atribuídos 2 pontos a cada xícara que apresente normalidade quanto à uniformidade, xícara limpa e doçura, sendo avaliadas cinco xícaras para cada amostra, onde cada uma representa estatisticamente 20% do

lote. Para cafés sem defeitos os atributos objetivos acumulam 30 pontos, mas quando ocorrem defeitos que comprometem a qualidade da bebida há penalização, como defeito leve (peso 2) ou forte (peso 4), onde o número de xícaras com defeito multiplicado pelo respectivo peso de cada defeito resulta no valor que deverá ser descontado da nota final do café. Os resultados finais da avaliação sensorial são expressos de acordo com a escala de classificação de cafés especiais da SCAA apresentada no Quadro 6.

Para melhor compreensão da escala de classificação dos cafés especiais, pode ser estabelecida uma equivalência entre os resultados obtidos na avaliação SCAA com os resultados obtidos na avaliação brasileira, conforme Uejo Neto (2007). Dessa forma, tem-se a comparação apresentada no Quadro 7.

Protocolo de análise sensorial SCAA

O método SCAA de análise sensorial prescreve a utilização de protocolos estabelecidos pelos Comitês Técnicos da SCAA. De acordo com esses protocolos, a torra do café deverá ser leve a moderadamente leve, cuja coloração corresponde a 58 pontos da escala Agtron para o grão inteiro e 63 pontos para o grão moído, com tolerância de ± 1 ponto. A torração deverá ser realizada dentro do prazo mínimo de 8 h e máximo de 24 h antes da degustação e o ponto de torra deverá ser verificado por equipamento M Basic Agtron ou equivalente, ou por comparação com discos de cores compatíveis com a escala Agtron. Para obtenção do ponto de torra ideal é fundamental a padronização das amostras quanto ao peso e ao tamanho dos grãos,

QUADRO 5 - Escala de pontuação de cada atributo para análise sensorial de cafés especiais, segundo método da SCAA

Nível de qualidade	Pontuação correspondente
Excepcional	> 9,00
Excelente	8,00 a 8,75
Muito Bom	7,00 a 7,75
Bom	6,00 a 6,75

FONTE: Specialty Coffee Association of America (2009).

QUADRO 6 - Escala de classificação de cafés especiais

Pontuação	Descrição	Classificação
90-100	Exemplar	Café especial
85-89,99	Excelente	Café especial
80-84,99	Muito bom	Café especial
< 80	Bom	Café não especial

FONTE: Specialty Coffee Association of America (2009).

QUADRO 7 - Escala de equivalência de qualidade de bebida, considerando a classificação Specialty Coffee Association of America (SCAA) e a classificação brasileira

Pontuação SCAA	Classificação SCAA	Classificação brasileira
≥ 85 pontos	Excelente (especial)	Bebida estritamente mole
80 a 84 pontos	Muito bom (especial)	Bebida mole
75 a 79 pontos	Bom (não especial)	Bebida apenas mole
70 a 74 pontos	Comum (não especial)	Bebida dura

FONTE: Dados básicos: Uejo Neto (2007) e Specialty Coffee Association of America (2009).

sendo imprescindível monitorar a temperatura e o tempo de torra. Para preservação da qualidade do café, a torra deve ser realizada entre 8 e 12 min.

Para que o método de análise sensorial da SCAA seja aplicado corretamente devem ser seguidas todas as orientações e prescrições estabelecidas nos protocolos da SCAA, principalmente aquelas relacionadas com a qualidade da água (water standard for brewing specialty coffee) e com o preparo das amostras (cupping specialty coffee), a fim de manter sob controle possíveis fontes de interferência na qualidade do café (SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA, 2009). O painel sensorial deve ser constituído por degustadores, devidamente treinados e habilitados pela SCAA, denominados SCAA Certified Cupping Judges. Esses juízes são submetidos periodicamente à avaliação e à calibração de suas habilidades sensoriais, especialmente as olfativas e as gustativas, aumentando a representatividade da análise sensorial realizada por esse método. Análises sensoriais realizadas em não conformidade com os procedimentos preconizados pela SCAA não podem ser efetivamente consideradas como “método SCAA”, ainda que seja utilizado o formulário da SCAA para aquisição dos dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Teoricamente, qualquer cultivar de café Arábica possui potencial para produzir cafés com elevada qualidade de bebida, pois essa é uma característica inerente à espécie. Contudo, como inúmeros fatores estão envolvidos na definição da qualidade do café, é comum encontrar situações em que a qualidade do café brasileiro é apenas mediana, com sabor e aroma muito parecidos, nos quais as diferenças sensoriais são sutis e, quando ocorrem, são devidas ao ambiente de produção ou a alguma forma específica de processamento.

A grande demanda por cafés especiais significa grande oportunidade para agregação de valor ao café brasileiro, sendo justificável a concentração de esforços

em estratégias que priorizem a melhoria da qualidade do café. Há mercados que primam pela qualidade da bebida e pagam mais pelos cafés especiais, o que pode viabilizar o uso de novas cultivares eventualmente menos produtivas, desde que realmente apresentem qualidade diferenciada e as características de sabor e aroma que o mercado procura. A melhoria da qualidade de bebida do café depende de investimentos em infraestrutura, equipamentos, e capacitação técnica e, prioritariamente, no uso de cultivares com maior potencial para a produção de cafés especiais.

Dado o atual nível tecnológico da cafeicultura e a diversidade do parque cafeeiro, o Brasil possui condições favoráveis para se tornar um grande produtor de cafés especiais, com capacidade para atender aos mais diversos mercados espalhados pelo mundo. A produção de cafés com qualidade de bebida diferenciada depende de vários fatores, dentre os quais merece destaque o uso de cultivares com maior potencial para produção de cafés diferenciados pelo sabor e aroma. Embora pouco estudado no Brasil, esse tema tem despertado a atenção em vários países produtores de cafés especiais, exemplo que deve ser seguido por todos aqueles que queiram produzir cafés diferenciados.

REFERÊNCIAS

- ALPIZAR, E.; BERTRAND, B. Incidence of elevation on chemical composition and beverage quality of coffee in Central America. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. CD-ROM.
- ALVES, M. Metodologia tradicional de avaliação de qualidade de café vs. métodos eletrônicos alternativos. In: SALVA, T. de J.G.; et al. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas: IAC, 2007. p.389-410.
- BARCA, A.A.L. **Classificação do café**. Lavras: UFLA, 1998. 70p. Notas do Curso de Tutoria a Distância.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária

ria e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de Junho de 2003. [Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

CARVALHO, A.; MONACO, L.C.; SCARANARI, H.J. Melhoramento do cafeeiro - XXIV: variação na produtividade de cafeeiros importados, com referência especial ao material da Etiópia e do Sudão. **Bragantia**, Campinas, v.21, p. 215-239, 1962.

CHAGAS, I.S.P. et al. Avaliação do mercado de cafés especiais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Desenvolvimento rural e sistemas agroalimentares: os agronegócios no contexto de integração das nações. Brasília: SOBER, 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/1349.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2010.

DESSALEGN, Y. et al. Genetic diversity and correlation of bean caffeine content with cup quality and green bean physical characteristics in coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.88, n.10, p.1726-1730, Aug. 2008.

ESCRITÓRIO CARVALHAES. **Cotações de café Brasil: mercado físico em 19/10/2010**. Santos, 2010. Disponível em: <<http://www.carvalhaes.com.br/cotacoes/cotacoes.asp>>. Acesso em: 20 out. 2010.

GIOMO, G.S.; BORÉM, F.M.; SILVAROLLA, M.B. Beverage quality of wild ethiopian Arabica coffee accessions in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 23., 2010, Bali. **Proceedings...** Bali: ASIC, 2010a. CD-ROM.

_____. et al. Beverage quality potential of bourbon selections for specialty coffee production in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 23., 2010, Bali. **Proceedings...** Bali: ASIC, 2010b. CD-ROM.

KATHURIMA, C.W. et al. Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. **African Journal of Food Science**, v. 3, n. 11, p. 365-371, Nov. 2009.

KOSALOS, J. et al. **Arabica green coffee defect handbook**. Long Beach: SCAA, 2004. 31p.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Washington: Coffee Development Group, 2001. 71p.

MEDINA FILHO, H.P. A qualidade do café e o melhoramento genético clássico. In: SALVA, T.J.G. et al. (Ed.). **Cafés de qualidade**: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas: IAC, 2007. p.219-236.

PEREIRA, S.P.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. **Cafés especiais**: iniciativas brasileiras e tendências de consumo. Belo Horizonte: EPAMIG, 2004. 80p. (EPAMIG. Série Documentos, 41).

POULAIM, V.E. et al. Importância relativa das condições de produção do café arábica sobre a qualidade da bebida: estudo de caso. In: THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C. (Coord.). **IX Curso de Atualização em Café**. Campinas: IAC, 2009. p.109-121. (IAC. Documentos, 91).

SAES, M.S.M.; NAKAZONE, D. O agronegócio café do Brasil no mercado internacional. **FAE Business**, Curitiba, n.9, p.40-42, set. 2004. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n9/12_agronegocio.pdf>. Acesso em: 17 out. 2010.

_____. (Coord.). et al. **Pesquisa sobre perfil do produtor de café do Brasil**. São Paulo: ILLY: PENSA: FIA, 2008. 24p. Disponível em: <http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/239200814543_relatorio_illy.pdf>. Acesso em: 18 out. 2010.

SALLA, M. H. **Influence of genotype, location and processing methods on the quality of coffee (*Coffea arabica* L.)**. 2009. 105f. Thesis (Master of Science) – Hawassa University, Hawassa, Ethiopia, 2009.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA Protocols - Cupping Specialty Coffee**. Long Beach: SCAA. 2009. 7p.

UEJO NETO, E. **Compreendendo os cafés especiais**. [S.l.]: Coffee Traveler, 2007. Disponível em: <<http://coffeetraveler.net/reflexoes-e-sugestoes/compreendendo-os-cafes-especiais/>>. Acesso em: 27 fev. 2009.

Produção e venda de sementes de café

- Acaíá Cerrado MG 1474
- Acaíá IAC 474-19
- Araponga MG1
- Bourbon
- Catiguá MG1
- Catiguá MG2
- Catuaí Amarelo IAC 17
- Catuaí Amarelo IAC 47
- Catuaí Amarelo IAC 62
- Catuaí Vermelho IAC 144
- Catuaí Vermelho IAC 15
- Catuaí Vermelho IAC 44
- Catuaí Vermelho IAC 51
- Catuaí Vermelho IAC 99
- Catuaí Vermelho IAC 81
- Catuaí Vermelho IAC 24
- Catuaí Amarelo Multilinea F5
- Catuaí Amarelo 2SL
- Catuaí Vermelho Multilinea F5
- Icatú Precoce IAC 3282
- Icatú Vermelho IAC 2942
- Icatú Vermelho IAC 2945
- Icatú Vermelho IAC 4045
- Icatú Vermelho IAC 4040
- MGS Travessia
- Mundo Novo IAC 376/4
- Mundo Novo IAC 379/19
- Mundo Novo IAC 464-18
- Obatã IAC 1669-20
- Oeiras MG 6851
- Paraíso MG 419-1
- Pau Brasil Mg1
- Rubi MG 1192
- Sacramento MG1
- Topázio MG 1190

Endereços das Fazendas Experimentais da EPAMIG

Fazenda Experimental Silvio Menicucci - FESM
Campus da UFLA - Caixa Postal: 176
CEP: 37200-000 Lavras - MG
Tel.: (35)3829-1439 - E-mail: fela@epamig.br

Fazenda Experimental de Três Pontas - FETP
Rodovia Três Pontas/Santana da Vargem, km 06
Caixa Postal: 91 - CEP:37190-000 Três Pontas - MG
Telefax: (35)3266-9009 - 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: fema@epamig.br

Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso - FESP
Via Guardinha, Km 12,5 - Caixa Postal 18
CEP: 37950-000 São Sebastião do Paraíso - MG
Telefax: (35)3531-1496 - E-mail: fesp@epamig.br

Fazenda Experimental de Patrocínio - FEPC
Estrada Santo Antônio, km 6 - Caixa Postal: 171
CEP:38740-000 Patrocínio - MG
Tel.: (34) 3831-1777 - E-mail: fept@epamig.br

Fazenda Experimental do Vale do Piranga - FEVP
Município de Oratórios - Zona Rural - Caixa Postal 8
CEP: 35430-970 Oratórios - MG
Telefax: (31) 3881-4601 - E-mail: fevp@epamig.br



Secretaria de Estado
de Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





Proteção e nutrição para um café com qualidade Arysta.

LINHA DE PROTEÇÃO

Na Linha de Proteção para Cultura de Café, toda a tecnologia Arysta está presente para agregar controle, alta eficácia contra as principais pragas e doenças e máxima produtividade ao cafeeiro.



LINHA DE NUTRIÇÃO

A linha de nutrição Arysta foi cuidadosamente desenvolvida para aumentar a produtividade da cultura, trazendo muito mais diferenciais para o plantio. Uma combinação perfeita entre Proteção e Nutrição, que garante benefícios aos grãos, valorizando ainda mais o produto final aos consumidores.



Proteção + nutrição para Você Ganhar Mais.

ATENÇÃO
Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.
CONSULTE SEMPRE UM ENGENHEIRO AGRÔNOMO. VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO.



Arysta LifeScience

www.arystalifescience.com.br

Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais

Helena Maria Ramos Alves¹
Margarete Marin Lordelo Volpato²
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira³
Flávio Meira Borém⁴
Juliana Neves Barbosa⁵

Resumo - Os mercados nacional e internacional de café mostram que existe uma demanda crescente por cafés especiais, cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o meio geográfico. Os municípios mineiros vêm conquistando concursos de qualidade de café, abrindo espaço no mercado e agregando valor ao produto. Por sua grande extensão territorial e variação ambiental, o estado de Minas Gerais possibilita a produção de cafés de qualidade com grande diversidade de sabor e aroma. Estas diferenças estão relacionadas com as características peculiares de cada município, principalmente às variações de clima, latitude, altitude e sistemas de produção. Embora a relação entre características ambientais e a produtividade do café, em diferentes biomas, seja um assunto já bem explorado, suas relações com a qualidade da bebida demandam, ainda, grande investimento de pesquisa.

Palavras-chave: Café. Zoneamento agroclimático. Condição ambiental. Aptidão climática. Cafés especiais. Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, a cafeicultura brasileira, sob a coordenação técnica do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), passou por uma grande transformação que consolidou sua posição no mundo. Estas mudanças visaram, principalmente, à elevação da produtividade, sendo que aspectos relacionados com a qualidade foram enfocados nas práticas recomendadas para a colheita e pós-colheita (CORTEZ, 1997). A posição privilegiada do Brasil,

como maior produtor e segundo mercado consumidor do mundo, contudo, não tem favorecido a venda do produto brasileiro no mercado internacional (COSTA; CHAGAS, 1997). Com o aumento da produção e melhoria da qualidade dos cafés de outros países, associados a crescentes demandas por cafés especiais de bebida superior pelos países importadores, a exportação brasileira tem enfrentado novas dificuldades.

Wiezel (1981 apud CARVALHO et al., 1997), já em 1981, alertava que a sobrevi-

vência da cafeicultura brasileira dependeria de o País seguir o caminho da qualidade. Em 1988, o então presidente do IBC, embaixador Jório Dauster (DAUSTER, 1988 apud CARVALHO et al., 1997), dizia que:

sobreviverão no mercado cafeeiro os produtores que aumentarem a produtividade baixando os custos e aprimorarem a qualidade obtendo os prêmios que o mercado internacional oferece [...] no futuro, à semelhança do que acontece atualmente com o vinho, teremos cafés

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Café, Caixa Postal 08815, CEP 70770-901 Brasília-DF. Correio eletrônico: helena.alves@embrapa.br

²Eng^a Florestal, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: margarete@epamig.ufla.br

³Eng^a Agrimensora, M.Sc., Pesq. IMA/EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: tatiana@epamig.ufla.br

⁴Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. Associado III UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: flavioborem@deg.ufla.br

⁵Bióloga, Doutoranda Fisiologia Vegetal UFLA - Depto. Biologia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: juliananevesbarbosa@gmail.com

de determinadas marcas brasileiras, por tipo de bebida e área da produção.

No Brasil, poucos produtos agrícolas têm seus preços com base em parâmetros qualitativos. Dentre estes produtos destaca-se o café, cujo valor é acrescido significativamente com a melhoria da qualidade (CARVALHO et al., 1997). De acordo com Souza (1996), um dos fatores determinantes do declínio brasileiro no mercado internacional foi a falta de um padrão de qualidade do produto nacional. A estratégia brasileira tem sido exportar grandes quantidades para um mercado em que a exigência, quanto à qualidade, é cada vez maior. Como em qualquer segmento de alimentação e de bebida, também para o café existem consumidores que desenvolvem o prazer de experimentá-lo e degustá-lo e, portanto, apreciam a qualidade e estão dispostos a pagar por ela. Isto tem levado a pesquisa à procura do conhecimento para a produção de cafés de melhor qualidade.

O café é uma bebida que se expressa diferentemente em função do local de plantio. É essencialmente um produto de *terroir*, ou seja, influenciado diretamente pelos aspectos ambientais, tanto os naturais quanto os humanos. Os diferentes métodos de cultivo, bem como as diferentes técnicas de colheita e de secagem, que refletem o “saber fazer” local e as condições particulares de clima, solo e relevo, associados às características genéticas das diferentes variedades, criam a identidade da bebida e implicam na não repetição das safras, seja no aspecto qualitativo, seja no quantitativo (ENSEI NETO, 2009 apud ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009). A produção de café Arábica no Brasil estende-se no sentido norte-sul, desde 12° até 24° de latitude sul, o que representa, aproximadamente, 1.200 km em linha reta, mesclando diversos ambientes. Em função dessas interações entre a cultura e os diversos ambientes, os cafés do Brasil possuem uma diversidade imensa de aromas e sabores e de caracte-

rísticas e atributos distintos, que permitem inúmeras combinações e a elaboração de produtos altamente diferenciados. Conhecer e explicar o que afeta a qualidade dos cafés especiais e mapear esta diversidade constitui tarefa mais complexa do que se imagina. A Associação Brasileira da Indústria de Café (Abic) elaborou um Guia da Qualidade dos Cafés do Brasil – Safra 2009, com o objetivo de oferecer uma referência ou uma vitrine dessa diversidade, provendo informações sobre a história de cada região e as características de sua produção. Esse Guia visa auxiliar o trabalho dos profissionais de compra das empresas e indústrias e demais profissionais dos mercados nacional e internacional, na aquisição de lotes diferenciados e de boa qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009).

Minas Gerais é o maior produtor nacional de café. Com mais de um milhão de hectares plantados, o Estado é responsável por, aproximadamente, 50% da safra brasileira. O café é o principal produto de exportação do agronegócio mineiro e é vendido para mais de 60 países do mundo. Há que se considerar ainda, que a cafeicultura exerce um importante papel do ponto de vista social no Estado. Buscar novos nichos de consumo, como alternativa ao café commodity, e valorizar a produção, suas diferentes origens e produtores que visam qualidade, é colocar o café mineiro em um lugar de destaque no mercado mundial, criando oportunidades de negócio e de agregação de valor.

Para tanto, é preciso desenvolver pesquisa para conhecer, caracterizar e mapear os cafés especiais produzidos no Estado e seus territórios potenciais diversificados, compreendendo as relações entre as variáveis edafoclimáticas e a qualidade final da bebida. Com base em informações qualitativa e quantitativa, cientificamente fundamentadas, o setor cafeeiro e seus representantes, com órgãos do governo e da iniciativa privada, poderão propor as ações de desenvolvimento e de inovação necessárias

à competitividade e à sustentabilidade da cafeicultura brasileira.

TRAJETO DO CULTIVO DO CAFÉ NO BRASIL

O café chegou ao norte do Brasil em 1727, mais precisamente em Belém, trazido da Guiana Francesa pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, e, num tempo relativamente curto, passou de posição secundária para a de produto-base da economia brasileira. Pelas condições climáticas brasileiras, o cultivo de café espalhou-se rapidamente. Em sua trajetória pelo País, o café passou pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. O ponto de partida das grandes plantações foi o Rio de Janeiro, de onde se estendeu para São Paulo, passando por Angra dos Reis, Parati e Ubatuba. Na época, o Rio de Janeiro era o porto de escoamento do produto. Em pouco tempo, o Vale do Rio Paraíba tornou-se a grande região cafeeira no Brasil, o que possibilitou o surgimento de uma área centralizadora de culturas e população. Subindo pelo Rio Paraíba, o café invadiu a parte oriental da província de São Paulo, migrou para o oeste, centralizando-se em Campinas e estendeu-se até Ribeirão Preto e a região da fronteira de Minas Gerais. Campinas passou a ser o grande polo produtor do País, onde as lavouras estendiam-se em largas superfícies uniformes, cobrindo a paisagem a perder de vista, formando os famosos “mares de café”. Com esse novo polo produtor, o café mudou seu centro de escoamento, sendo toda a produção do oeste paulista enviada a São Paulo e depois exportada a partir do porto de Santos (TAUNAY, 1939; NEVES, 1974).

Como a busca por regiões aptas para a cultura cobriu todo o País, a Região Sudeste, com os estados de Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, e a Região Sul, com o estado do Paraná, apesar dos problemas, como a grande geada de 1870 e a crise de 1929, mantiveram-se como importantes produtoras. A Bahia firmou-se como polo produtor no Nordeste, e

Rondônia, na região Norte. A produção de café Arábica, atualmente, concentra-se em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo. As principais regiões produtoras no estado de São Paulo são a Alta Mogiana, Alta Sorocabana e região de Piraju. Em Minas Gerais, as principais regiões produtoras são: Cerrado mineiro, Sul de Minas, Matas de Minas e Chapadas de Minas. No Paraná, o café é cultivado nas regiões do Norte Pioneiro, Norte, Noroeste e Oeste do Estado. A cafeicultura na Bahia teve uma grande influência no desenvolvi-

mento econômico de alguns municípios a partir da década de 1970. Há, atualmente, três regiões produtoras consolidadas: a do Planalto, mais tradicional produtora de café Arábica; a região oeste, também produtora de café Arábica, sendo uma região de Cerrado com irrigação, e a Litorânea, com plantios predominantes de café Robusta. No Espírito Santo, a produção do café Arábica localiza-se nas Montanhas Capixabas. A Figura 1 mostra a distribuição das regiões cafeeiras brasileiras, o que demonstra que o café está presente nos principais biomas do País.

Biomass brasileiros e sua influência na identidade do café

Durante muito tempo, o café brasileiro mais conhecido em todo o mundo foi o “tipo Santos”. A qualidade do café santista e o fato de ser um dos principais portos exportadores do produto determinaram a criação do café “tipo Santos”. Contudo, por sua extensão territorial e peculiar variação ambiental, a cafeicultura brasileira tem sua produção distribuída em diferentes regiões que se distinguem pelas características marcantes dos seus ambientes, tanto em relação ao meio físico, quanto em relação às condições climáticas e socioeconômicas. Essas regiões são marcadas por grandes variações no solo, na temperatura, na umidade relativa (UR) e na altitude, as quais influenciam a qualidade da bebida do café. Além das regiões e seus efeitos edafoclimáticos, o Brasil também é rico em formas de processamento que resultam em cafés com distintas características sensoriais. Como ressaltam Borém e Friedlander (2009):

a pluralidade dos sabores e aromas dos cafés do Brasil é sua marca mais notável e precisa ser mais bem compreendida e explorada para o bem da nossa cafeicultura.

As regiões de produção de cafés especiais, que se destacam, também apresentam grandes variações ambientais que fazem com que a qualidade do café se expresse de maneiras distintas. Borém e Friedlander (2009) descrevem estas relações entre o ambiente e as características sensoriais predominantes da bebida dos cafés produzidos em algumas destas regiões. Nas regiões com estação seca bem definida, como o Cerrado mineiro, Mogiana Paulista e Chapada Diamantina, as quais possuem predomínio do bioma Cerrado, os cafés caracterizam-se pelo aroma intenso com notas de chocolate, caramelo e nozes, acidez delicada, corpo moderado, sabor adocicado com finalização longa. As características desse ambiente para a produção de cafés são peculiares por apresentar



Figura 1 - Distribuição das regiões produtoras de café no Brasil

FONTE: Associação Brasileira da Indústria de Café (2009).

altitudes que variam de 700 a 1.200 m, precipitação anual em torno de 1.500 mm e temperaturas médias anuais entre 18 °C e 22 °C. Nessas áreas, a implantação da irrigação favoreceu o aumento de produção e a expansão da área de cultivo, antes inapta. Na Alta Mogiana, em São Paulo, a temperatura média anual é de 21 °C, com altitudes iguais ou acima de 1.000 m e precipitação média anual em torno de 1.500 mm, sendo que o bioma predominante é a Mata Atlântica, com ocorrência de Campos Rupestres. Os cafés destacam-se por apresentar corpo médio, acidez de média intensidade, aromas de erva-cidreira e capim-limão e finalização adocicada. Nas regiões mais frias, como as Serras do Sul do estado de Minas Gerais, com biomas de transição Cerrado - Mata Atlântica e com ocorrência de Campos Rupestres, altitudes maiores que variam de 800 a 1.400 m, temperaturas médias anuais entre 12 °C e 22 °C e precipitação anual em torno de 1.500 mm, o café apresenta-se encorpado, com acidez de média a fraca, de característica cítrica e doçura. Na região das Matas de Minas, com bioma predominante de Mata Atlântica, temperaturas médias anuais mais amenas entre 18 °C e 23 °C, precipitação entre 1.400 e 1.600 mm e altitudes mais baixas de 400 a 1.000 m, o café produzido é mais encorpado, doce com acidez acentuada, mas equilibrada. Na região das Montanhas Capixabas, também no bioma Mata Atlântica, com temperaturas médias anuais que variam entre 15 °C e 22 °C, precipitação média anual de 1.400 mm e altitudes entre 650 e 1.200 m, os cafés especiais produzidos apresentam sabor intenso adocicado e acidez frutada mediana, que confere equilíbrio à bebida. No Norte Pioneiro do Paraná, no bioma Mata Atlântica, onde as altitudes variam de 400 a 1.000 m, as temperaturas médias entre 19 °C e 22 °C e a precipitação média anual entre 1.200 e 1.500 mm, os cafés apresentam bebida de sabor característico, com doçura baixa, acidez e corpo medianos e finalização de longa duração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009).

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA A CULTURA DO CAFÉ

O zoneamento agroclimatológico delimita as áreas com potencial adequado de clima e solo para as culturas, sendo ferramenta fundamental para a implantação de qualquer atividade agrícola. Para alcançar produtividade econômica, cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo, de uma quantidade mínima de água e de um período seco nas fases de maturação e colheita. O atendimento dessas exigências é que fará uma determinada região ser considerada apta para uma dada cultura.

Os primeiros estudos de zoneamento agrícola no Brasil foram realizados nas décadas de 1970 e 1980, contemplando várias culturas, entre estas o café. Esses estudos foram desenvolvidos considerando aspectos macroclimáticos e a análise dos fatores térmico e hídrico. Baseavam-se no balanço hídrico de Thornthwaite em combinação com valores médios mensais e anuais de precipitação e temperatura média do ar. O Plano de Renovação e Revigoramento dos Cafezais do IBC, na década de 1970, empenhou-se na expansão e racionalização do Parque Cafeeiro Nacional, empregando zoneamentos regionais de aptidão macroclimática, ou seja, uma faixa mapeada como apta podia apresentar situações topoclimáticas locais desfavoráveis, com restrições quanto ao solo e mostrar-se ecologicamente inapta à cafeicultura (CAMARGO, 1977).

O zoneamento é um processo contínuo que necessita ser atualizado sempre que novos dados ou métodos estiverem disponíveis, os quais possibilitem detalhar e ampliar as informações, tornando-o cada vez mais próximo da realidade. Ao longo dos anos, várias atualizações foram propostas para a cultura do café. A incorporação de séries climatológicas mais longas, da geotecnologia e de modernos sistemas computacionais permitiu o desenvolvimento de novos estudos para o zoneamento do café,

que, atualmente, contempla estudos de riscos climáticos, enfocando principalmente os elementos do balanço hídrico, as variações de temperatura do ar e a ocorrência de eventos adversos, empregando geotecnologias para a espacialização dos resultados.

Sedyama et al. (2001), ao utilizarem um banco de dados meteorológicos mais completo e um Sistema de Informações Geográficas (SIG), realizaram o zoneamento agroclimático do café Arábica para Minas Gerais (Fig. 2). Os elementos utilizados para determinar a aptidão foram a faixa de temperatura média anual entre 18 °C e 23 °C, temperaturas mínimas críticas iguais ou inferiores a 2 °C em abrigo termométrico, a 30% de probabilidade, para os meses de maio a julho, e a deficiência hídrica anual para a capacidade de água disponível no solo de 125 mm. Esses mesmos autores sugerem que os fatores pedológicos e topográficos devem ser considerados na delimitação da cultura, dentro dos campos climáticos homogêneos, porque podem alterar a aptidão climática. Ainda segundo esses autores, os cafezais devem situar-se na face norte ou na poente ou em pontos intermediários, restringindo ao mínimo nas encostas de exposição sul. Nas zonas sujeitas ao fenômeno das geadas de radiação, devem ser evitados os vales de difícil circulação de ar. O relevo também é importante na instalação de novos cafezais, quando se consideram aspectos relacionados com mecanização e conservação do solo.

A primeira experiência brasileira para identificar as melhores épocas de plantio, com utilização de geotecnologias, foi desenvolvida por Assad et al. (1993), quando foram espacializados os resultados de simulação do balanço hídrico para o arroz de sequeiro. A partir desse trabalho, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) financiou um programa nacional de zoneamento, a fim de estabelecer zonas homogêneas com épocas de plantio de menor risco para cada cultura e a partir da safra 2005/2006, este trabalho foi ampliado para inclusão de novas culturas, dentre estas o café, apresentado na Figura 3. O atual Zoneamento de Riscos

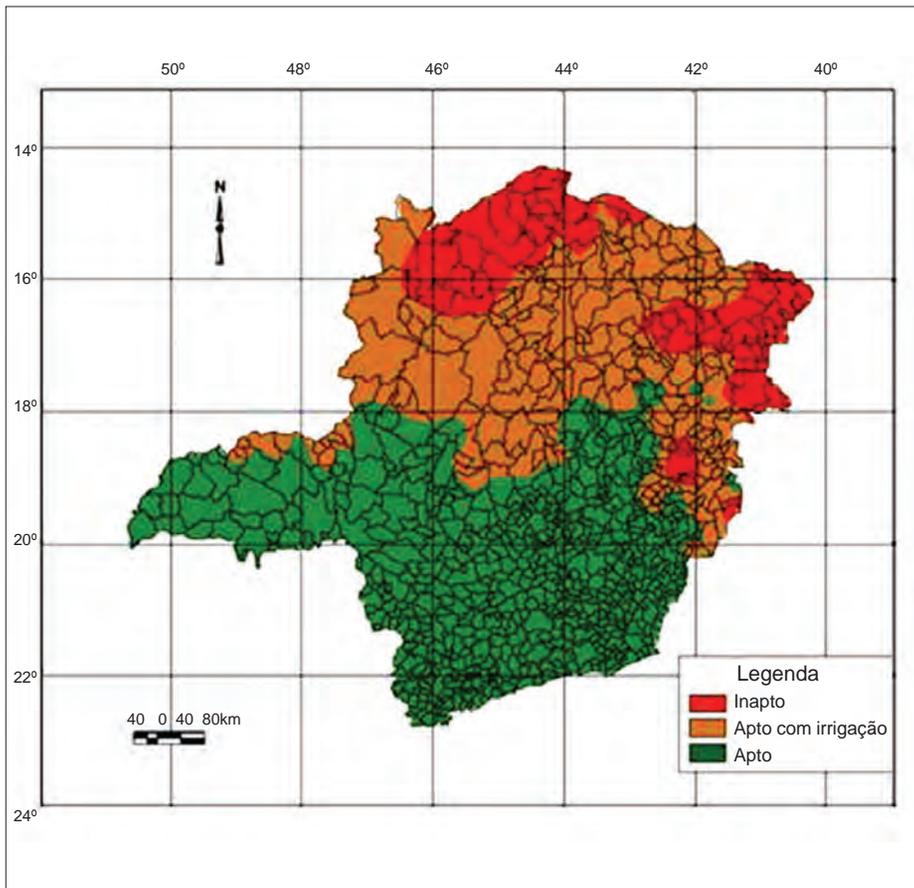


Figura 2 - Zoneamento climático da cultura do café (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais - 2001

FONTE: Sediyaama et al. (2001).

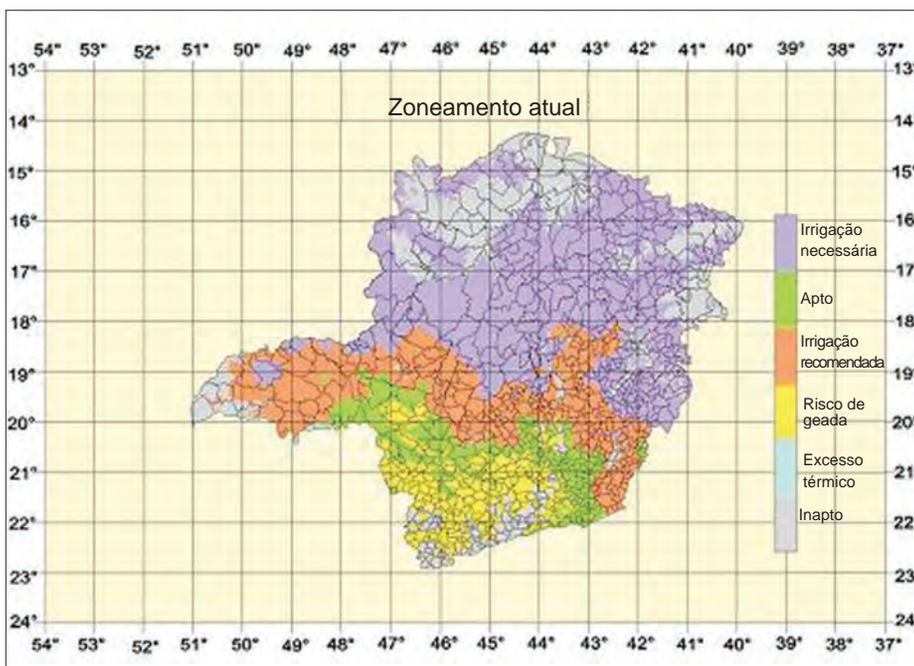


Figura 3 - Zoneamento de risco climático do café (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Assad et al. (2004).

Climáticos (BRASIL, 2011) é alimentado pela rede de dados meteorológicos disponíveis no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agrimtemp).

Aptidão climática para a qualidade do café

Camargo, Santinato e Cortez (1992) citam que os fatores climáticos fundamentais para a definição da aptidão climática são o térmico e o hídrico, representados pela temperatura média anual e pela deficiência hídrica nos períodos críticos da cultura. A espécie *Coffea arabica* L. é originária de áreas tropicais da Etiópia, localizadas entre 6° e 9° de latitude norte, em altitudes que variam entre 1.600 e 2.000 m. A temperatura média anual nessa região é de 18 °C a 20 °C (mínima de 4 °C e máxima de 31 °C) e a precipitação anual é de 1.500 a 1.800 mm. A estação chuvosa é concentrada no verão, de março a outubro, com ocorrência de inverno seco de novembro a fevereiro (CAMARGO; PEREIRA, 1994). No Brasil, toda a cafeicultura está situada em áreas com latitudes superiores a 4°, encontrando-se em condições tropicais e não equatoriais, apresentando um ciclo fenológico bem definido: florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno.

As faixas de aptidão para a produção do café, contudo, são normalmente mais amplas que as referentes à qualidade da bebida. Os parâmetros macroclimáticos considerados como favoráveis para a obtenção de bebida fina podem ser altamente influenciados por efeitos oroclimáticos e topoclimáticos, que fazem aumentar a umidade ambiente afetando, entre outros, a composição química da mucilagem do café, o tipo de atividade microbiana e a intensidade do processo fermentativo. Dessa forma, mesmo regiões propícias à produção de cafés de boa qualidade possuem uma diversidade climática que causa variações nas características da bebida (acidez, corpo e aroma). Isto, contudo, pode representar uma grande vantagem para o Brasil, país de dimensões continentais, pois, uma vez

que a interferência de microrganismos nos processos fermentativos seja controlada, é possível produzir cafés com características regionais de aroma e sabor e atender mercados consumidores com exigências diversas, a exemplo do que já aconteceu com os vinhos.

É conhecido o fato de que temperaturas baixas são responsáveis pelo adiantamento do processo de amadurecimento, que, por sua vez, leva ao maior acúmulo de bioquímicos associados à melhora do aroma do café (VAAST et al., 2006). Logo, a elevação da altitude está relacionada com o aumento da qualidade da bebida. Serrano e Castrillón (2002) estudaram a relação entre a altitude (1.450 a 1.650 m) e a qualidade do café no município de Fresno, Colômbia, e relataram melhoria significativa da bebida em altitudes mais elevadas. Em Honduras, Decazy et al. (2003) observaram cafés de qualidade superior em locais com altitudes elevadas e precipitações anuais abaixo de 1.500 mm. Entretanto, resultados contraditórios foram encontrados nos trabalhos de Guyot et al. (1996) e Avelino et al. (2005). Embora o cultivo de café Arábica na altitude seja conhecido por afetar favoravelmente a qualidade final da bebida, Joët et al. (2010) afirmam que os dados quantitativos que descrevem a influência das condições climáticas sobre a composição química da semente ainda são escassos. Bertrand et al. (2006) investigaram a qualidade da bebida de três tipos de variedades de café Arábica, localizados em diversos ensaios, em altitudes que variaram de 700 a 1.600 m em El Salvador, Costa Rica e Honduras, e observaram que os cafés localizados em altitudes elevadas apresentaram efeito significativo positivo na composição bioquímica dos grãos. Os parâmetros microclimáticos, contudo, não foram registrados e, portanto, não foi possível concluir se os efeitos da altitude são principalmente relacionados com o gradiente de temperatura ou com outras variáveis edafoclimáticas.

Um estudo mais rigoroso, relacionando as principais variáveis climáticas (tempera-

tura, precipitação, irradiância e evapotranspiração potencial) e a composição bioquímica de grãos verdes, foi proposto por Joët et al. (2010). Foram utilizadas amostras de 16 talhões de café Arábica espacializados na Ilha Reunion (próximo a Madagascar), escolhida por possuir solo vulcânico, rico e homogêneo, diferentes microclimas em curta distância, com uma densa rede de estações meteorológicas. Todas as parcelas foram semeadas no mesmo ano, com a mesma cultivar e manejo agrícola. Foram quantificadas variações em lipídios, ácidos clorogênicos, cafeína e conteúdo de açúcar. Entretanto, os resultados ainda foram contraditórios, demonstrando a complexidade de encontrar relações consistentes entre variáveis edafoclimáticas, constituintes bioquímicos e a melhora do aroma e sabor da bebida do café.

A qualidade da bebida de café depende da composição química do grão, determinada por fatores genéticos, tratos culturais e características do ambiente de cultivo (CARVALHO; CHALFOUN, 1985). Visando caracterizar as principais áreas naturalmente aptas para produção de bebidas de café (*Coffea arabica* L.) classificadas como mole, Camargo, Santinato e Cortez (1992) determinaram condições térmicas e hídricas favoráveis descritas no Quadro 1. Essas condições são encontradas normalmente nas regiões altiplanas de clima mais frio, entre 18 °C e 20 °C de média anual e com deficiência hídrica anual elevada nas fases de maturação e colheita (Alta Mogiana, Sul de Minas e Triângulo Mineiro) e em regiões com deficiências hídricas excessivamente elevadas, cuja cafeicultura necessita de irrigação suplementar.

Para melhor compreender as relações entre o clima, a maturação dos grãos e a qualidade da bebida de café Arábica em algumas localidades de Minas Gerais, Cortez (1997) utilizou o cálculo do somatório de evapotranspiração potencial e constatou que as melhores condições climáticas para produzir, naturalmente, bebidas finas foram encontradas em propriedade localizada em Carmo do Paranaíba (1.050 m de altitude), por causa do elevado déficit hídrico no momento da colheita, e em Machado e Ouro Fino (1.050 e 900 m de altitude, respectivamente), por causa do moderado déficit hídrico e temperaturas baixas suficientes para interromper processos fermentativos que prejudicam a bebida. Estes resultados, contudo, são apenas indicativos do potencial regional e não informam sobre a influência dos parâmetros climáticos na qualidade da bebida do café.

Condições climáticas de Minas Gerais e suas relações com a qualidade da bebida do café

Minas Gerais situa-se na Região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 14° 13' 57" e 22° 55' 47" de latitude sul e entre os meridianos 39° 51' 24" e 51° 02' 56" de longitude oeste, com uma extensão territorial de 582.586 km², que representa 6,9% da área total do Brasil, inteiramente contida na zona intertropical (CUPO-LILLO, 1997). O Estado destaca-se por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática, que advém das células de circulação atmosférica tropical, dos sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical

QUADRO 1 - Parâmetros de temperatura média anual e deficiência hídrica, utilizando capacidade de retenção de água no solo de 125 mm, para a obtenção de bebida fina

Temperatura média anual (°C)	Deficiência hídrica anual (mm) superior
	a
18 a 19	20
19 a 20	50
21 a 21	100
21 a 22	150

FONTE: Camargo, Santinato e Cortez (1992).

e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada (CUPOLILLO, 2008). O macroclima caracteriza-se por uma sazonalidade bem definida, com duas estações claramente distintas, um verão úmido e quente e um inverno seco e ameno, e outras duas de transição, o outono e a primavera (VIANELLO et al., 2006). Quanto à dinâmica atmosférica, o Estado encontra-se sujeito à influência de mecanismos de larga escala, como os anticiclones quase-estacionários do Atlântico Sul e do Pacífico Sul, responsáveis, em grande parte, pelas condições do tempo meteorológico sobre o Estado, justificando a estação seca no inverno e chuvas no verão. O centro de baixa pressão provoca intensas formações convectivas que penetram no estado de Minas Gerais, associando-se às frentes polares, dando origem a uma larga faixa de grande nebulosidade, não raras vezes estacionando-se sobre Minas Gerais no sentido noroeste-sudeste, dando origem à Zona de Convergência do Atlântico Sul, responsável por chuvas contínuas (CUPOLILLO, 2008).

A Figura 4 apresenta o mapa de pluviosidade do estado de Minas Gerais, com a dis-

tribuição das chuvas de acordo com as Normas Climatológicas do período 1961-1990 (CARVALHO et al., 2007). A precipitação é um dos atributos que mais influenciam nas fases fenológicas do cafeeiro e é utilizada para ordenar geograficamente áreas aptas, restritas e inaptas ao cultivo. Atualmente, regiões restritas à disponibilidade hídrica, mas que adotaram práticas de irrigação suplementar, têm apresentado destaque tanto na produtividade quanto na qualidade da bebida do café. Observam-se quatro faixas de precipitação média anual evidenciando regiões com volume que varia de menor que 1.000 mm até maior que 1.500 mm de precipitação anual total. A precipitação anual ótima para o cafeeiro está entre 1.200 e 1.800 mm, mas a planta cresce e produz bem de 800 a 2.000 mm (ALÉGRE, 1959 apud RENA; MAESTRI, 1986). No período de vegetação e frutificação, o cafeeiro necessita de maior umidade no solo e, na fase de colheita e repouso, essa necessidade é pequena, podendo o solo ficar com uma menor umidade sem grandes prejuízos para a planta (MATIELLO, 1991; CARMAGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO; ROLIM; SANTOS, 2007).

A temperatura é um fator climático importante na pré-colheita, colheita e pós-colheita. Na pré-colheita, as altas temperaturas influenciam na desfolha, principalmente durante o estágio de frutificação, como relatado por Rena e Maestri (1986). Essa desfolha, durante a frutificação, pode ocasionar prejuízo para a planta que necessita desses aparatos para realizar o enchimento dos frutos. Já outros relatos na literatura mostram que a queda da temperatura em decorrência das chuvas ocasiona a quebra de dormência de botões florais (MES, 1957; BROWING, 1977 apud SOARES et al., 2005). Camargo, Rolim e Santos (2007) observaram também que temperaturas elevadas podem provocar redução no crescimento vegetativo e descoloração foliar do cafeeiro. Essas reduções e a perda de pigmentação foliar irão prejudicar a lavoura de café e, conseqüentemente, haverá perda na qualidade final do produto. No mapa apresentado na Figura 5 (BARBOSA, 2009), observa-se que, pela sua grande extensão territorial, o Estado compreende diversas faixas latitudinais que vão desde o extremo sul, com temperaturas mais amenas, ao extremo norte, com temperaturas mais quentes. Observam-se faixas de temperatura das áreas com limites térmicos para o cultivo do café, os quais variam de 12 °C a 26 °C. O cafeeiro não tolera variações muito amplas de temperatura, estando a temperatura ótima compreendida entre 18 °C e 21 °C (ALÉGRE, 1959 apud RENA; MAESTRI, 1986). Na colheita e pós-colheita, sua influência é maior, quando somada ao fator umidade, propiciando a proliferação de pragas que irão afetar a qualidade da bebida. Em regiões que apresentam temperatura elevada, a forma de processamento dos frutos de café por via úmida, ou seja, café cereja descascado, propiciará uma melhor qualidade da bebida, evitando fermentações indesejáveis à qualidade. Outros autores que estudaram os efeitos do clima e do ambiente sobre a qualidade da bebida do café relataram a forte influência tanto da temperatura quanto da precipitação (DECAZY et al., 2003).

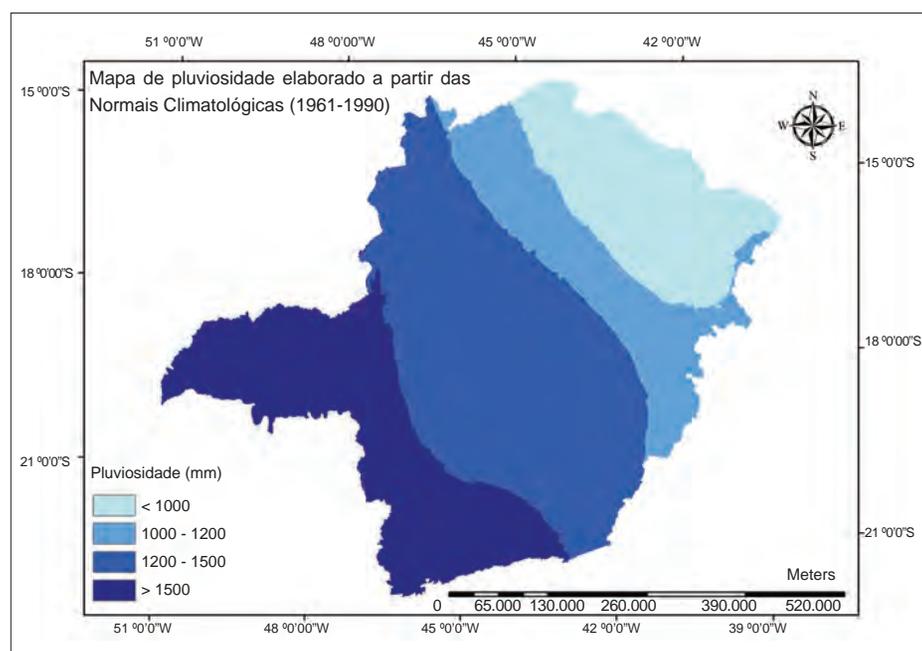


Figura 4 - Mapa de classes de precipitação pluvial total média anual (mm) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

O índice de umidade também pode ser utilizado para a espacialização da aptidão da cafeicultura, o que possibilita a melhoria do atual modelo de zoneamento citado por Meireles et al. (2007). No mapa de índice de umidade, apresentado na Figura 6, podem ser observadas áreas com disponibilidade hídrica e déficit hídrico, relacionados com diferentes indicadores climáticos apresentados no Quadro 2 (CARVALHO et al., 2007). A cor vermelha representa áreas com maior déficit e a azul intenso, áreas com alta umidade.

Outro fator ambiental de grande relevância para a cafeicultura é o relevo que, para uma mesma região, diferencia climas mais frios em altitudes maiores, quando comparados à média da região. Existe também a influência da exposição das encostas que afetam os níveis de radiação solar. Contudo, são poucos os trabalhos que avaliam essa influência na qualidade do café. Avelino et al. (2005) realizaram um estudo sobre os efeitos da altitude e a disposição geográfica de encostas para dois *terroirs* da Costa Rica: Orosi e Santa Maria de Dota e constataram diferenças nas bebidas dos cafés produzidos nessas áreas distintas. Verificaram que quanto maior a altitude, maior a qualidade.

A cafeicultura mineira tem sua produção distribuída em quatro ambientes principais, constituídos pelas regiões Sul de Minas (Sul/Sudoeste), Matas de Minas (Zona da Mata/Rio Doce), Cerrados de Minas (Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba) e Chapadas de Minas (Vale do Jequitinhonha/Mucuri) (IMA, 1995). Essas regiões apresentam características distintas, tanto em relação ao meio físico, quanto em relação às condições socioeconômicas. Por sua grande extensão territorial, o estado de Minas compreende diversas faixas latitudinais, que vão do extremo sul, com temperaturas mais amenas, ao extremo norte, com temperaturas mais quentes. Também no que se refere ao clima, altas altitudes são sinônimo de baixas temperaturas. Conforme Ayoade (2003), a temperatura do ar decresce

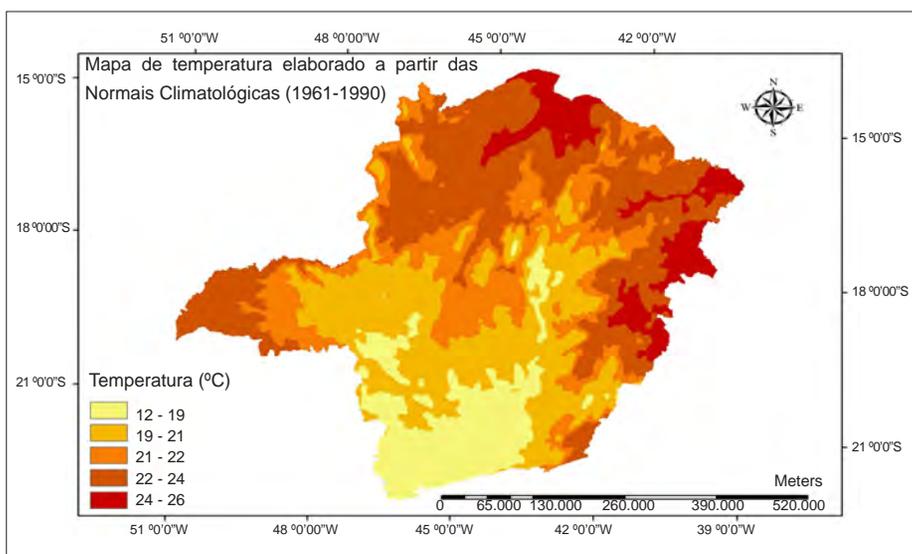


Figura 5 - Mapa de classes de temperatura média anual (°C) para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

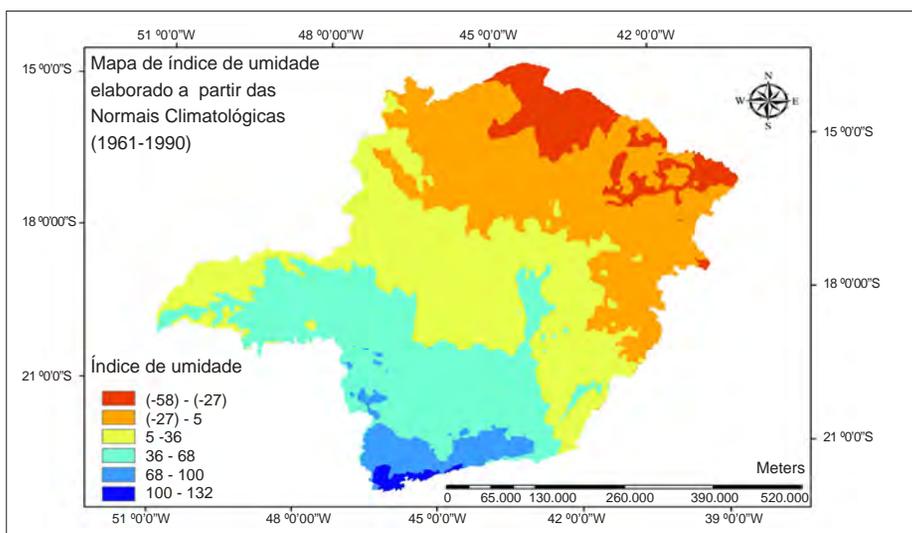


Figura 6 - Zoneamento climático com base no índice de umidade (IU) de Thorntwaite para o estado de Minas Gerais

FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (2007 apud BARBOSA, 2009).

QUADRO 2 - Tipos climáticos estabelecidos no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG)

Tipo de clima	Índice de umidade
Superúmido	≥ 100
Úmido	80 a 100
Úmido	60 a 80
Úmido	40 a 60
Úmido	20 a 40
Subúmido	0 a 20
Subúmido seco	-33,3 a 0
Semiárido	-66,7 a -33,3
Árido	-100 a -66,7

FONTE: Carvalho et al. (2007).

a uma taxa média de 0,6 °C, a cada 100 m de altitude crescente. Dessa forma, em relação à temperatura, as diversas regiões produtoras de café do Estado sofrem a influência das interações entre latitude e altitude. Laviola et al. (2007), ao trabalharem com o cultivo de cafeeiro em altitudes distintas comprovaram que a alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro são influenciados pela altitude. Decazy et al. (2003) relatam que a altitude e o clima desempenham um importante papel por meio da temperatura e da disponibilidade de água e luz, durante o período de maturação do cafeeiro. Fica evidente que as grandes variações ambientais de Minas Gerais influenciam diretamente as características de qualidade dos cafés produzidos no Estado, proporcionando uma variabilidade de sabor e aroma que precisam ser mais bem estudados e identificados.

Distribuição espacial de cafés no estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade

Diante da necessidade de conhecer as áreas com potencial de produção de cafés de qualidade de Minas Gerais, Barbosa et al. (2010) relacionaram a qualidade sensorial dos cafés participantes do Concurso de Qualidade – Cafés de Minas, com as características ambientais e geográficas dos seus respectivos municípios. O concurso é realizado anualmente, pela Emater-MG e pela Ufla e compreende quatro etapas. A primeira é constituída por todos os inscritos, e são avaliados os aspectos físicos. A partir da segunda etapa, são avaliados os atributos sensoriais para amostras de café, separadas nas categorias de café natural e café cereja descascado, de acordo com a metodologia da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA). Nas análises sensoriais, a bebida do café é avaliada quanto ao sabor e aroma, sendo também avaliados os atributos corpo, acidez, doçura e fragrância. Com o intuito de caracterizar o ambiente dos municípios participantes foram utilizadas

as normais climatológicas do período 1961/1990, de temperatura, pluviosidade e índice de umidade do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG) (CARVALHO et al., 2007). As amostras foram espacializadas com base na localização geográfica (latitude e longitude) da sede do município ao qual pertenciam. Para a visualização da intensidade de concentração de amostras foram criados mapas de Kernel e as áreas que continham o maior número de eventos foram denominadas *Hot Points*. Os mapas de Kernel que mostram a distribuição espacial das amostras de cafés das duas categorias, café natural e cereja descascado, nas quatro fases do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, do ano 2007, estão apresentados nas Figuras 7 a 10. A cor vermelha caracteriza uma região com concentração muito alta de amostras – *Hot Point*. A cor laranja caracteriza a região com alta concentração. As regiões com média, baixa e muito baixa concentração são representadas, respectivamente, pelas cores amarela, verde e azul.

Os resultados evidenciaram uma boa distribuição das amostras, com focos de média, alta e muito alta intensidade amostral. Por meio da análise espacial observa-se a mudança dos *Hot Points*, ou seja, da alta concentração das amostras, da primeira à quarta etapa de classificação do concurso. Na Figura 7, referente às avaliações da primeira fase, pode ser observado um foco de concentração amostral muito alto, ou seja, um *Hot Point*, em vermelho no mapa, localizado no município de São Sebastião do Paraíso, e três focos de alta intensidade amostral na cor laranja. A Figura 8 mostra uma maior distribuição dos focos de média intensidade amostral na segunda fase do concurso, surgindo nas regiões dos Cerrados de Minas, Matas de Minas e Sul de Minas. Observa-se também a ocorrência de dois *Hot Points*, um a sudoeste da região Sul de Minas e outro ao extremo sul dessa região. Ao observar a Figura 9, nota-se que os focos de média intensidade amostral presentes na segunda fase do concurso, na região das

Matas de Minas (Fig. 8), desaparecem na terceira fase, tornando-se focos de baixa intensidade amostral. Verificam-se focos de alta e média intensidade na região do Sul de Minas. Na quarta fase, para o ano de 2007 (Fig. 10), pode-se observar que o *Hot Point* concentra-se no extremo sul da região Sul de Minas, e em seu entorno, focos de alta e média intensidade amostral. Ou seja, na fase em que ficam os cafés finalistas do concurso, verificou-se alta concentração de amostras na região do Sul de Minas para ambas as categorias, mostrando que a região destaca-se pela produção de cafés com boa qualidade de bebida. O clima e a altitude desempenham um importante papel no período de maturação do cafeeiro em decorrência da temperatura, luz e água disponível (BERTRAND et al., 2006). Isto talvez explique a ocorrência de *Hot Points* no Sul de Minas, principalmente no extremo sul da região na quarta fase do concurso, fato que é ratificado pelo histórico de municípios da região da Serra da Mantiqueira, tradicionalmente conhecidos pela produção de cafés de qualidade, com notoriedade nacional e internacional.

O sabor e o aroma do café estão relacionados com a presença de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns desses constituintes. Além da composição química, o processamento pós-colheita também influencia na qualidade final do produto, originando bebidas de características distintas. Com o objetivo de avaliar as relações entre a qualidade, o conteúdo de compostos químicos e características ambientais, Barbosa (2009) relacionou o resultado da análise sensorial de 60 amostras participantes do concurso de 2007, com características ambientais e o conteúdo de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeiolquínico, presentes nos grãos de café produzidos nesses municípios.

Os resultados demonstraram discriminação de notas altas e baixas em decorrência das variáveis ambientais,

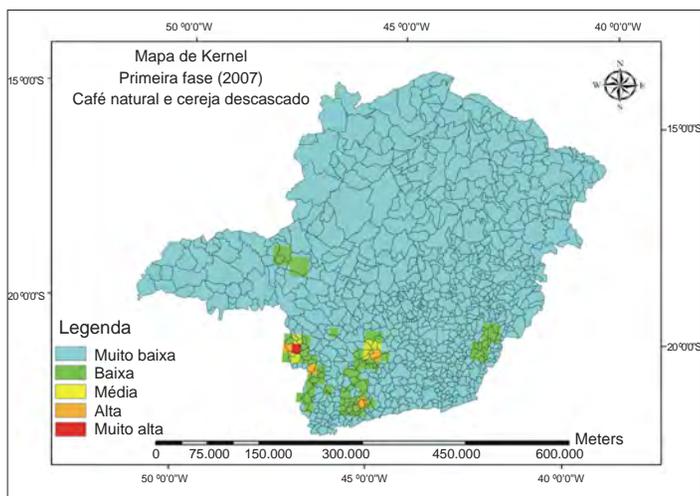


Figura 7 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na primeira fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

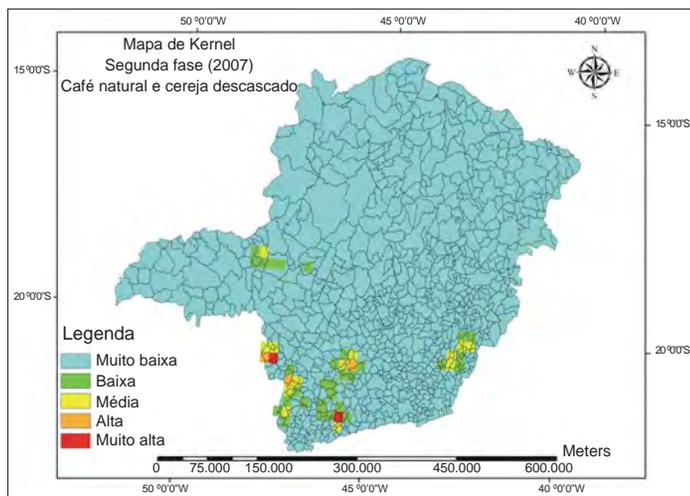


Figura 8 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na segunda fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

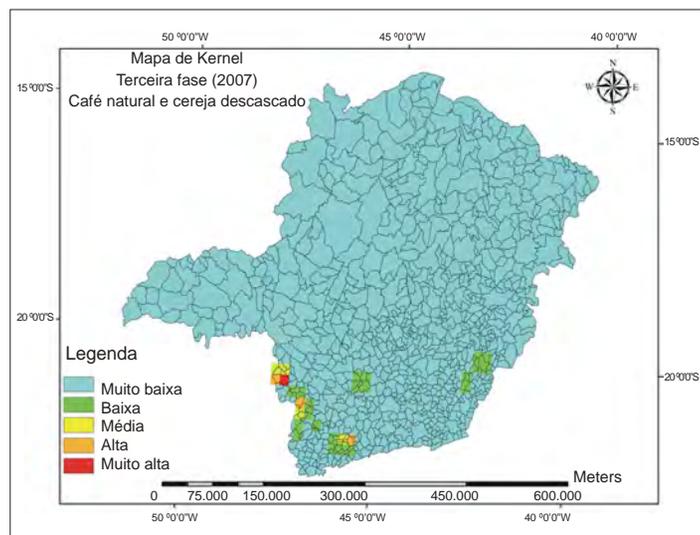


Figura 9 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na terceira fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

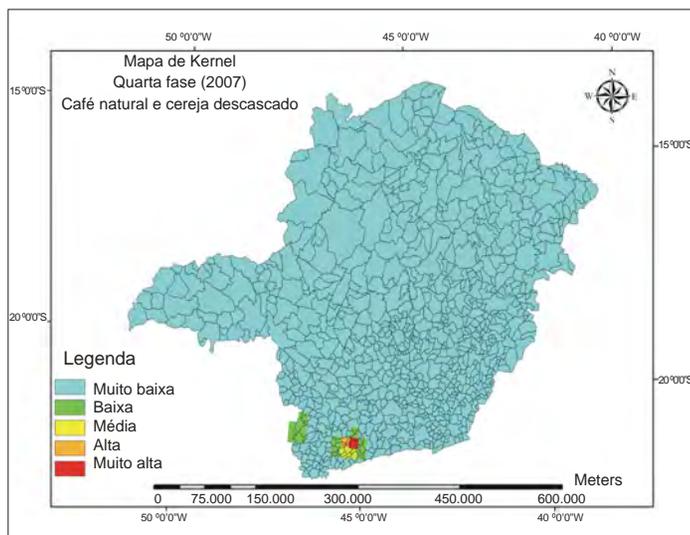


Figura 10 - Concentração das amostras de café natural e café cereja descascado na quarta fase do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, para o ano de 2007

FONTE: Barbosa et al. (2010).

evidenciando forte influência da temperatura, precipitação, altitude e latitude na qualidade dos cafés estudados. O Gráfico 1 apresenta a superfície obtida a partir dos dados de altitude, latitude e qualidade sensorial. Os resultados evidenciam que as notas de qualidade de bebida variaram com a altitude, em função da latitude. Assim, quanto maior a altitude, maiores as notas e quanto maior a latitude, menor a exigência de altitudes elevadas para as melhores

notas. Esse fato também foi observado por Avelino et al. (2005) em cafés da Costa Rica, mas dados semelhantes ainda não haviam sido descritos para cafés do Brasil. O trabalho possui caráter exploratório e ilustrativo, uma vez que as coordenadas geográficas utilizadas referem-se às sedes municipais de origem das amostras, não sendo, portanto, suficientes para obter afirmações precisas da espacialização da qualidade e suas relações com o meio

geográfico. Ainda assim, constituem importantes indicadores de caminhos para trabalhos futuros que visem uma melhor compreensão das relações entre o ambiente e a qualidade dos cafés do estado de Minas Gerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade dos mercados nacional e internacional de café mostra que existe uma demanda crescente por cafés espe-

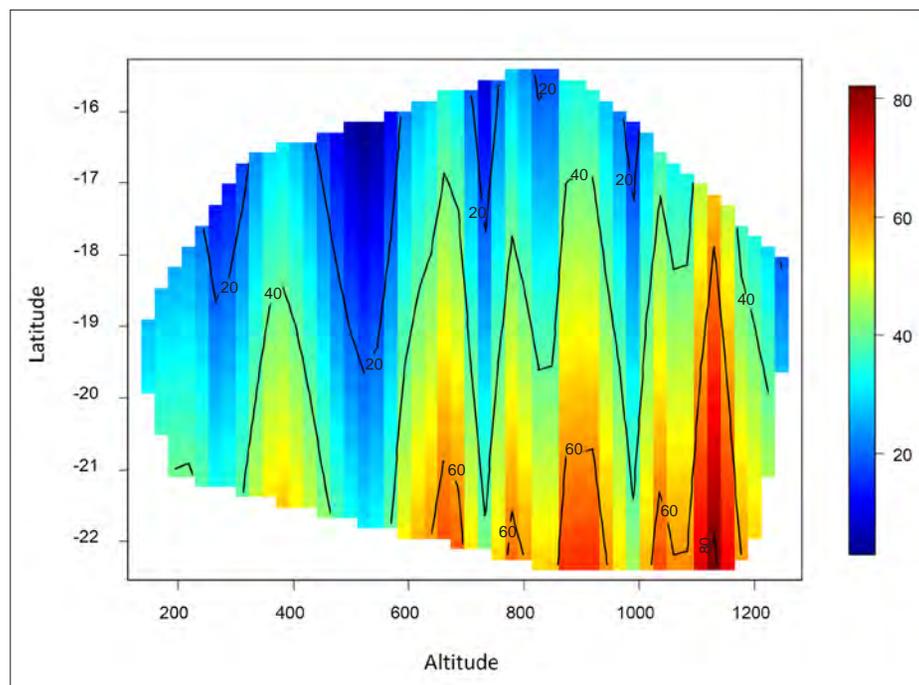


Gráfico 1 - Superfície das amostras inscritas no ano de 2007, relacionando nota de qualidade de bebida, altitude e latitude de 60 amostras finalistas do Concurso de Qualidade - Cafés de Minas, do ano de 2007

FONTE: Barbosa (2009).

ciais, cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o meio geográfico. Os municípios mineiros vêm conquistando concursos de qualidade de café, abrindo espaço no mercado e agregando valor ao produto. Por sua grande extensão territorial e variação ambiental, o Estado possibilita a produção de cafés de qualidade com grande diversidade de sabor e aroma. Estas diferenças estão relacionadas com as características peculiares de cada município, principalmente às variações de clima, latitude, altitude e sistemas de produção. Por meio da análise espacial, foi possível apontar alguns dos fatores que influenciam a qualidade dos cafés do estado de Minas Gerais, demonstrando que quanto maior a altitude, maior a nota obtida na análise sensorial, e que em latitudes maiores a influência da altitude na obtenção de cafés de melhor qualidade é menor (BARBOSA, 2009; BARBOSA et al., 2010). Entretanto, estudos semelhantes são ainda escassos no Brasil e poucos trabalhos tentaram identificar tal relação. Numa realidade global, que privilegia e

demandar qualidade, tais estudos precisam ser realizados para que se conheça a distribuição espacial da qualidade dos cafés produzidos no Estado e para que se possa utilizar desse conhecimento para agregar valor e sustentabilidade à cafeicultura mineira.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E.D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.
- _____. et al. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed.). **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. cap.10, p.231-248.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Guia da qualidade dos cafés do Brasil - safra 2009**. Rio de Janeiro, 2009. 111p.
- AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. **Journal of the Scien-**

ce of Food and Agriculture, Malden, v.85, n.11, p.1869-1876, Aug. 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BARBOSA, J.N. **Distribuição espacial de cafés do estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade**. 2009. 108p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

_____. et al. Spatial distribution of coffees from Minas Gerais state and their relation with quality. **Coffee Science**, Lavras, v.5, n.3, p.237-250, Sept./Dec. 2010.

BERTRAND, B. et al. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving sudanese-ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, Cary, v.26, n.9, p.1239-1248, Sept. 2006.

BORÉM, F.M.; FRIEDLANDER, D. Navigating origins. **Roast Magazine**, Portland, p.94-95, Sept./Oct. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 17 abr. 2011.

CAMARGO, A.P. de; CAMARGO, M.B.P. de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

_____.; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 96p. (World Meteorological Organization. CAgM Report, 58).

_____.; SANTINATO, R.; CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA-PROCAFÉ, 1992. p.70-74.

_____. Zoneamento da aptidão climática para a cafeicultura de arábica e de robusta no Brasil. In: IBGE. **Recursos naturais, meio ambiente e poluição: contribuição de um ciclo de debates**. Rio de Janeiro, 1977. v.1, p.68-76.

CAMARGO, M.B.P. de; ROLIM, G. de S.; SANTOS, M.A. dos. Modelagem agroclima-

tológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades. **Informe Agropecuário**. Geotecnologias, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.58-65, nov./dez. 2007.

CARVALHO, L.G. et al. Clima. In: SCOLFORO, J.R.; CARVALHO, L.M.T. de; OLIVEIRA, A.D. de (Org.). **Zoneamento econômico ecológico de estado de Minas Gerais**: componente geofísico e biótico. Lavras: UFLA, 2007. CD-ROM.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**. Café, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-91, jun. 1985.

_____. et al. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20, 1997.

CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, p.27-31, 1997.

COSTA, L.; CHAGAS, S.J. de R. Gourmets: uma alternativa para o mercado de café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.63-67, 1997.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico hidroclimático da bacia do Rio Doce**. 2008. 156p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

_____. **Períodos de estiagem durante a estação chuvosa no estado de Minas Gerais**: espacialização e aspectos dinâmicos relacionados. 1997. 148p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

DECAZY, F. et al. Quality of different honduran coffees in relation to several environ-

ments. **Journal of Food Science**, Malden, v.68, n.7, p.2356-2361, Sept. 2003.

GUYOT, B. et al. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica. **Plantations Recherche Développement**, Montpellier, v.3, n.4, p.272-280, juil./août 1996.

IMA. Portaria nº 165, de 27 de abril de 1995. **Delimita regiões produtoras de café do estado de Minas Gerais para a instituição do certificado de origem**. Belo Horizonte, 1995. Disponível em: <<http://www.ima.mg.gov.br/certificacao/legislacao>>. Acesso em: 18 dez. 2008.

JOËT T. et al. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, Maryland Heights, v.118, n.3, p.693-701, Feb. 2010.

LAVIOLA, B.G. et al. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1451-1462, nov./dez. 2007.

MATIELLO, J.B. Processamento, classificação, industrialização e consumo de café. In: _____. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. p.273-317.

MEIRELES, E.J.L. et al. Zoneamento agroclimático: um estudo de caso para o café. **Informe Agropecuário**. Geotecnologias, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.50-57, nov./dez. 2007.

NEVES, C. **A estória do café**. Rio de Janeiro: IBC, 1974. 52p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: _____. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.14-85.

SEDIYAMA, G.C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo fundo, v.9, n.3, p.501-509, 2001. Número especial.

SERRANO, C.E.B.; CASTRILLÓN, J.J.C. Influência de la altitud en la calidad de la bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206 B en Colombia. **Cenicafé**, Manizales, v.53, n.2, p.119-131, abr./jun. 2002.

SOARES, A.R. et al. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v.27, n.1, p.117-125, jan./mar. 2005.

SOUZA, S.M.C. **O café (*Coffea arabica* L.) na região Sul de Minas Gerais**: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996. 171f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1996.

TAUNAY, A. de E. **História do café no Brasil**: no Brasil Imperial 1822-1872. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1939.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centeron: Drexel Institute of Technology-Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v.86, n.2, p.197-204, Jan. 2006.

VIANELLO, R.L. et al. Veranico 2006 em Minas Gerais: precedentes meteorológicos e impactos na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2006.



Mudas frutíferas
EPAMIG Sul de Minas

Uvas
Bordo
Niágara Rosada
Niágara Branca
Syrah

Outras
Oliveira
Pessegueiro
Ameixeira
Nectarineira
Marmeleiro
Figueira
Amora-preta
Caquizeiro
Atemoia
Frutas nativas

Citros
Laranja-lima-verde
Laranja-baia
Laranja-baianinha
Laranja-campista
Laranja-natal
Laranja-pera-rio
Laranja-sanguínea
Laranja-seleta
Laranja-valência
Lima-da-pérsia
Limão-tahiti
Tangerina-ponkan
Tangerina-cravo
Tangerina-murcote

Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas
Tel.: (35) 3821-6244
e-mail: uresm@epamig.br

Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida

Gladyston Rodrigues Carvalho¹
Juliana Costa de Rezende²
Cesar Elias Botelho³
Andre Dominghetti Ferreira⁴
Antonio Alves Pereira⁵
Antonio Carlos Baião de Oliveira⁶

Resumo - Com a ascensão do mercado de cafés especiais, o melhoramento genético tem dado ênfase tanto para a produtividade, quanto para a qualidade da bebida fornecida pelas cultivares. O melhoramento para a qualidade de bebida é um processo de difícil execução, pois a qualidade que se avalia nos testes de bebida sofre considerável influência ambiental, seja do ano agrícola, seja da incidência de pragas e doenças, de altitude, de práticas culturais e circunstâncias em que foram realizadas a colheita e a pós-colheita. A produção mundial de café Arábica, baseia-se, em grande parte, em cultivares desenvolvidas há muito tempo por seleção de progênies dentro da cultivar Típica e genótipos de Bourbon, ou em progênies provenientes de cruzamento entre estas duas cultivares, como por exemplo a 'Mundo Novo'. Entretanto, em regiões de altitudes não limitantes, cultivares bem mais modernas e produtivas que as 'Bourbons' podem produzir também, em condições comerciais, infusões de ótima qualidade, como observadas em vários concursos de qualidade. É de especial relevância destacar o mérito do trabalho de melhoramento e a boa qualidade de bebida das novas cultivares resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), desenvolvidas por instituições de pesquisa, em consequência de recombinação genética e processos de seleção.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Cultivar. Variedade. Genótipo. Melhoramento genético. Qualidade do café.

INTRODUÇÃO

A trajetória da cafeicultura brasileira é marcada por importantes modificações no modelo produtivo, sendo, uma das mais importantes, a passagem de uma atividade econômica pioneira e extrativista para

um modelo tecnológico voltado fundamentalmente para a produtividade. Por meio da introdução de novas cultivares, do aumento na utilização de fertilizantes minerais e de tecnologias de produção, foi criado um sistema de produção e comer-

cialização que, por um lado, beneficiava a escala de produção e a economicidade via redução de custos e, por outro, sacrificava a imagem da qualidade do café brasileiro, inserindo-o em um sistema internacional de comercialização que, paradoxalmente,

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho@epamig.ufva.br

²Eng^a Agr^a, Dr^a, Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: julianacosta@epamig.br

³Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: cesarbotelho@epamig.br

⁴Eng^o Agr^o, Doutorando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: agroadf@yahoo.com.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista CNPq, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: pereira@epamig.ufv.br

⁶Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Café, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: antonio.baiiao@embrapa.br

se mostrava mais favorável para as características sensoriais do café de outros produtores mundiais.

No entanto, a partir da década de 1970, com a grande oferta do produto nos mercados nacional e internacional, houve a necessidade de o setor brasileiro produtivo se profissionalizar, produzindo, cada vez mais, com eficiência e qualidade. Assim, os cafés de melhor qualidade passam a ter preços mais atraentes nos mercados nacional e internacional. Em consequência dessa demanda, o interesse no plantio de cultivares com potencial para produção de cafés especiais tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Entretanto, 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 ambiental, seja do ano agrícola, incidência de pragas e doenças, altitude, práticas culturais e circunstâncias em que foi realizada a colheita, a pós-colheita, o processo de preparo e conservação do grão, assim como a torração e o preparo da infusão que modificam a constituição química do grão. Esta modificação está sempre relacionada com a composição original do grão cru.

Além disso, diferenças sutis nas qualidades organolépticas são de difícil caracterização e alto custo, dificultando o estudo de grande número de progênies em fase de seleção. Não raro, a mesma amostra submetida a diferentes provadores recebem classificações discordantes dificultando a seleção pelos melhoristas.

Dessa forma, a qualidade do café é uma característica complexa que conta com múltiplos fatores. Ao lado dos não genéticos que foram apresentados, o papel de genética é bastante significativo. Fatores como espécie e cultivares influenciam de maneira significativa na qualidade do café produzido.

MELHORAMENTO GENÉTICO E A QUALIDADE

A qualidade do café é uma característica altamente complexa. Em termos de

genética, existe variabilidade significativa para composição química de grãos e características organolépticas entre e dentro de níveis das espécies. Como consequência, ganhos genéticos para qualidade podem ser obtidos por estratégias de hibridações intra ou interespecíficas.

Assim, é evidente que para fazer melhoramento genético é preciso existir variabilidade de genótipos. O primeiro fator a influenciar a qualidade do café é a sua espécie. O gênero *Coffea* inclui 103 espécies diferentes, e embora a diversidade seja bastante significativa, apenas as espécies de *Coffea arabica* e de *Coffea canephora* recebem atenção por suas predominâncias comerciais. Variações grandes entre essas duas espécies são observadas para a maioria de seus compostos químicos (Quadro 1).

Em estudo realizado por Charrier e Berthaud (1975), constatou-se diferença entre os teores de cafeína em diferentes espécies, sendo *C. canephora* a de maior teor (1,5% a 3,0% matéria seca (MS)), seguida por *C. arabica* L. (0,2% a 1,2% MS), *C. congensis* (0,98% a 1,36% MS) e *C. eugenioides* (0,29% a 0,513% MS), o que demonstrou variabilidade dentro de indivíduos da mesma espécie e marcantes diferenças interespecíficas, exibindo ação preponderante do genótipo sobre a produção desse alcaloide.

A espécie *C. arabica* apresenta uma bebida de qualidade superior, com mais

aroma e sabor, enquanto o *C. canephora* apresenta bebida neutra, sendo muito utilizado na composição dos *blends*. Sabe-se que o café Arábica apresenta melhor qualidade e concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídeos, trigonelina, dentre outros compostos, sendo que os cafés Robustas, considerados como de bebida neutra, exibem, geralmente, maiores teores de polifenóis e cafeína.

Em programas de melhoramento genético que envolve *C. arabica*, o alvo principal é a melhoria da produtividade e resistências a doenças e à manutenção do nível de qualidade em cruzamentos com materiais genéticos exóticos que apresentam resistência a patógenos. Indiretamente, a qualidade tem sido geneticamente melhorada ao se produzirem variedades rústicas que suportam adversidades bióticas e abióticas, respondendo, mesmo assim, com granação uniforme e peneira alta. Por outro lado, até recentemente havia paradigmas quanto à qualidade de algumas variedades híbridas, oriundas de cruzamentos de Arábica com Robusta e outras espécies.

Variação significativa existe também dentro de nível de espécie. Malta e Chagas (2009), ao avaliarem diferentes cultivares comerciais de Arábica, observaram que as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 e Rubi MG 1192 apresentaram os maiores teores de trigonelina, sendo que Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 99, Rubi MG 1192 e Oeiras MG 6851 apresentaram

QUADRO 1 - Variação de alguns componentes químicos de grãos verdes em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*

Componente	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
pH	5,26-6,11	5,27-6,13
⁽¹⁾ Teor mineral	3,5-4,5	3,9-4,5
⁽¹⁾ Teor de gordura	13-17	7,2-11
⁽¹⁾ Teor de cafeína	0,7-2,2 (média 1,4)	1,5-2,8 (média 2,2)
⁽¹⁾ Teor de ácidos clorogênicos	4,80-6,14	5,34-6,41
⁽¹⁾ Trigonelina	1 - 1,2	0,6-1,7
⁽¹⁾ Oligossacarídeos	6 - 8	5 - 7
⁽¹⁾ Polissacarídeos totais	50 - 55	37 - 47

FONTE: Wintgens (2004 apud LEROY et al., 2006).

(1)% matéria seca (MS).

os maiores teores de ácidos clorogênicos. O menor teor de cafeína foi observado na cultivar Oeiras MG 6851, seguida pela cultivar Mundo Novo IAC 379-19.

Dentro de nível de espécie, valores significativos para herdabilidade foram observados para a maioria das características de grãos, o que leva à realização de ganhos genéticos significativos para tamanho de grãos, teor de cafeína, qualidade organoléptica e época de maturação. Montagnon et al. (1998) estudaram as correlações genéticas entre rendimento e várias características de qualidade (porcentual de lipídeos, sacarose, trigonelina, cafeína e componentes da prova de xícara) em progênies provenientes de cruzamento do grupo Congolês e Guineense. Observaram que variação de rendimento e características de qualidade são independentes. Esses autores observaram ainda que para características que apresentam altos valores de herdabilidade, como porcentual de gordura, peso de grãos ou cafeína, a seleção de progênies resultantes de cruzamento de progenitores com valores favoráveis para estas características pode ser muito eficiente.

Características multigênicas controlam a qualidade da bebida do café Arábica. No cruzamento interespecífico entre Arábica e Robusta, a qualidade da bebida provém de uma característica dominante, sendo que, em geral, a espécie Arábica melhora a qualidade do híbrido. Resultados em híbridos interespecíficos sugerem um alto valor de herdabilidade (0,71), com uma herança materna para teor de trigonelina (KY et al., 2001). Por um lado, Montagnon et al. (1998) verificaram que para a característica sacarose, o melhoramento poderia ser mais difícil, já que a herdabilidade é baixa e a influência ambiental sobre essa característica é alta. Esses mesmos autores concluíram também que o teor de gordura e conteúdo de sacarose são correlacionados negativamente. Por outro lado, em trabalho com amostras de dois grupos genéticos, híbridos e clones de cultivares comerciais, Moschetto et al. (1996) indicaram coeficientes de correlação lineares satis-

fatórios entre alguns fatores como acidez e aroma. Sendo duas características fáceis de selecionar, estas poderiam ser usadas como critérios de seleção para qualidade organoléptica em *C. canephora*.

A relação entre qualidade e geroplasma tem sido identificada por meio de características morfológicas como, por exemplo, genótipos com área foliar reduzida, como Mokka, Blue Mountain e Kona, que normalmente produzem cafés de boa qualidade, possivelmente influenciada pelo microclima da própria planta. A redução da área foliar promoverá uma maior aeração, aumentando a penetração da luz, expondo os frutos a mais energia durante o amadurecimento, reduzindo o tempo de maturação, o que minimiza a fermentação microbiana que ocorre nos frutos maduros.

Essas considerações realçam a importância do papel genético possibilitando a seleção de plantas para melhorar a qualidade da bebida. Nos programas clássicos de melhoramento, as diferenças entre cultivares e linhagens referem-se apenas às características vegetativas e de produção. No entanto, torna-se imprescindível conhecer também a qualidade de diferentes cultivares e linhagens, avaliando a composição química e a qualidade sensorial dos grãos. A partir dessas informações, cruzamentos e seleções visam o aproveitamento do potencial de genitores portadores de alelos favoráveis ao melhoramento genético do cafeeiro, para a produção de cafés especiais.

CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

Outro fator determinante na qualidade do café é o ambiente onde este está sendo cultivado, já que a diversidade climática proporciona variações quanto à acidez, corpo, doçura e aroma. O Brasil possui uma gama muito grande de cafés quanto à qualidade de bebida, em decorrência de sua imensa variedade de solos e climas, associados a diferentes sistemas de manejo da lavoura e do fruto colhido. Com a evolução da cafeicultura e a demanda

por materiais adaptados às diferentes condições climáticas, um grande número de cultivares vem sendo desenvolvido para alcançar tais objetivos.

Aspectos climatológicos de localização (altitude e latitude) e de qualidade de bebida estão intimamente interligados. A altitude constitui importante fator para a diferenciação de regiões cafeeiras, pois influencia diretamente na temperatura e na distribuição das chuvas. A cada 100 m de aumento da altitude, a temperatura cai em torno de 1 °C, e as regiões mais altas, do mesmo modo, são mais chuvosas. Dessa forma, em regiões de clima mais quente e/ou úmido no período da colheita, o ciclo de maturação é mais curto, os grãos passam rapidamente do estágio de cereja para passa, ocorrendo as duas fases iniciais da fermentação dos grãos (fases láctica e acética), que podem evoluir rapidamente para as duas fases seguintes (propionica e butírica), que são prejudiciais à qualidade da bebida, provocando o surgimento do gosto conhecido como rio.

Solares (2000), ao estudar a influência da altitude sobre três variedades (Bourbon, Caturra e Catuaí), cultivadas em três níveis de altitude: abaixo de 1.220 m, entre 1.220 e 1.460 m e acima de 1.460 m, concluiu ser evidente a influência do fator altitude sobre a qualidade do café, independentemente da variedade cultivada. Esse autor observou que as propriedades organolépticas como: corpo, aroma e suavidade acentuam-se à medida que a altitude se eleva, ao passo que para o atributo acidez, essa evidência não é perceptível.

Sabendo-se das diferenças qualitativas dos cafés de diferentes regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais, Chagas, Carvalho e Costa (1996) fizeram uma caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais e verificaram que os de melhor qualidade de bebida eram oriundos da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, seguida pelo Sul de Minas e, finalmente, da Zona da Mata. Nesta mesma linha de pesquisa, Chagas, Malta e Pereira

(2005) verificaram o potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais, e, de acordo com os resultados das análises físico-químicas dos 22 municípios estudados, esta região apresenta características desejáveis para a produção de cafés de qualidade superior.

Cortez (1997), ao estudar a aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais, verificou que as características de clima influenciam a qualidade do café em função dos seguintes aspectos: desenvolvimento dos frutos, ocorrência de processos fermentativos prolongados e incidência de grãos defeituosos.

Oliveira et al. (1979), ao observarem os efeitos da origem, tipo de despulpamento e armazenamento do café na atividade da polifenoloxidase (PFO) e qualidade da bebida, verificaram diferenças entre cafés despolpados da cultivar Mundo Novo, das regiões de Pindamonhangaba, Piracicaba e Campinas, sendo que estas apresentaram valores da PFO de 65,58; 55,48 e 72,83 U/min/g de amostra, respectivamente. Já quando foram coletadas amostras de cafés da cultivar Bourbon Amarelo, das regiões anteriormente citadas, esses autores verificaram valores da atividade enzimática da PFO de 68,40, 60,37 e 66,33 U/min/g de amostra, para Pindamonhangaba, Piracicaba e Campinas, respectivamente. Esses resultados permitem inferir que diferentes genótipos de cafeeiro podem apresentar diferenças na qualidade, e que a interação genótipos e ambientes também pode provocar diferenças na qualidade do café.

DIVERSIDADE GENÉTICA EXISTENTE PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS

A produção mundial de café Arábica, em grande parte, baseia-se em cultivares desenvolvidas há muito tempo por seleção de progênies dentro da cultivar Típica e genótipos de Bourbon ou em progênies provenientes de cruzamento entre estas duas cultivares, como por exemplo a 'Mun-

do Novo'. Entretanto, em regiões de altitudes não limitantes, cultivares bem mais modernas e produtivas que as Bourbons podem, em condições comerciais, produzir também infusões de ótima qualidade, como observado em vários concursos de qualidade.

Cabe salientar que, por outro lado, essa boa qualidade das cultivares mais modernas pode ser atribuída também, em parte, à própria constituição genética da cultivar Bourbon, pois esta última entra, direta ou indiretamente em considerável proporção na constituição genética das novas cultivares. As cultivares de porte baixo, tal como Caturra e Villa Sarchi, também destacam-se por sua qualidade excelente de xícara. Dessa forma, vários materiais evidenciam qualidade de bebida, quando produzidos em condições ambientais favoráveis.

O conhecimento do potencial de produção de cafés de qualidade das cultivares melhoradas geneticamente é uma ferramenta indispensável para completar e dar suporte aos trabalhos de melhoramento genético. As cultivares Ouro Verde IAC H5010-5, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 foram avaliadas por Aguiar et al. (2001), em relação às características sensoriais da bebida, utilizando-se as cultivares Mundo Novo IAC 388-17, Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 81 e Icatu Vermelho IAC 4045 como testemunhas. Com base na baixa acidez e nos elevados níveis de fragrância do pó, aroma da bebida, sabor residual e qualidade global, as três cultivares foram classificadas como produtoras de cafés de qualidade global superior, podendo ser utilizadas na produção de cafés do tipo Gourmet.

Pereira (2008) separou, por meio da análise sensorial, como potenciais produtoras de cafés especiais, as cultivares e progênies Catiguá MG 2, Catuaí Vermelho IAC 15, H518-3-6-1, Icatu Amarelo IAC 3282, Mundo Novo IAC 379/19 e Rubi MG 1192, de acordo com os atributos: bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e aspecto no processamento natural, e as cultivares e

progênies Bourbon Vermelho Daterra, Catiguá MG1, H419-6-2-5-2, H419-6-2-7-3 e H518-3-6-1 de acordo com os atributos: bebida limpa, acidez, sabor, balanço e aspecto no processamento cereja descascado. A ascendência das cultivares e progênies testadas, oriundas ou não do Híbrido Timor, não afetou o desempenho qualitativo destas.

Da mesma forma, Costa et al. (2009) avaliaram a qualidade da bebida de cultivares comerciais com resistência à ferrugem-do-cafeeiro e observaram que as progênies Catucaí 785-15, Catucaí Amarelo 2SL, IBC-Palma I, Sabiá Tardio cv 398, Catucaí Vermelho 36/6 cv 366 e Catucaí Amarelo 24/137 cv 388 produziram bebidas de boa qualidade, com notas gerais entre 80,0 e 84,0. A bebida das cultivares Bourbon Amarelo, Canário, Mundo Novo 388/17, Catuaí Vermelho IAC 144, Catuaí Amarelo IAC 66/69 e das progênies Catucaí Vermelho 20/15 cv 476, Acauã 25, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 obteve pontuação entre 84,5 e 86,0, sendo classificada como muito boa. A cultivar Obatã Vermelho obteve a maior nota geral (90,5), e sua bebida foi classificada como excelente.

***Coffea arabica* L. var. Bourbon**

Em 1859, chegaram ao Brasil sementes de café que o governo brasileiro mandara buscar na Ilha de Reunião, antiga Ilha 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 Bourbon Vermelho.

Em 1930, o Dr. Carlos Arnaldo Krug, engenheiro agrônomo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), examinou, pela primeira vez, frutos amarelos de Bourbon, sendo sua origem pouco conhecida. Esta mudança na coloração dos frutos pode ter sido originária da mutação de 'Bourbon Vermelho' ou também da 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%. Também existe grande variação na produtividade de diferentes materiais genéticos do grupo Bourbon, sendo verificada por vários autores, que encontraram superioridade de 12% a 25% da 'Bourbon Amarelo' sobre a 'Bourbon Vermelho'.

As plantas desta cultivar são altamente suscetíveis à ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.), menos vigorosas e produtivas que a cultivar Mundo Novo em, aproximadamente, 30% a 50%. A peneira média é em torno de 16 e a porcentagem de grãos normais de, aproximadamente, 95% (FAZUOLI et al., 2008).

A qualidade intrínseca da 'Bourbon', relacionada com o seu potencial genético para produzir café de excelente qualidade de bebida, é mundialmente conhecida, por suas características sensoriais diferenciadas, como elevada doçura natural, sabor achocolatado, aroma intenso e agradável acidez, sendo bastante utilizada para a produção de cafés especiais em diversas regiões do mundo.

Por apresentarem menor produtividade, em relação às demais cultivares, as 'Bourbons' têm sido indicadas para o plantio somente para aqueles cafeicultores que desejam obter um produto diferenciado em relação à qualidade de bebida, já que esta característica é fator de grande destaque nessas cultivares.

Ferreira (2010) avaliou diferentes cultivares de Bourbon Vermelho e Amarelo em relação à adaptabilidade, estabilidade fenotípica e outras características de interesse agrônomo, a fim de selecionar aquelas mais produtivas para as diversas regiões produtoras do estado de Minas Gerais. Observou que as cultivares de Bourbon estudadas apresentaram produtividades satisfatórias em todos os locais, variando de 22,94 a 32,75 sacas de 60 kg

de café beneficiado por hectare. Em alguns locais, as 'Bourbons' chegaram a produzir mais que a cultivar Mundo Novo, utilizada como testemunha.

***Coffea arabica* L. var. Mokka**

A variedade Mokka, também 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 variedade Arábica. Os frutos são arredondados e pequenos e as sementes normais quanto ao formato, porém, muito pequenas. O produto obtido é considerado de excelente qualidade.

Análises genéticas realizadas no IAC revelaram que a variedade Mokka possui os alelos tt, sendo, portanto, derivada da 'Bourbon Vermelho'. Quando as plantas se encontram homozigotas para dois pares de genes, a Laurina (lrlr), na condição recessiva, e a Mokka (momo), com dominância parcial, tem-se o genótipo-padrão da variedade Mokka, lrlr momo. Portanto, relaciona-se à variedade Laurina. Quando a variedade Mokka possui o alelo Laurina na condição homozigota (lrlr momo), o teor de cafeína é semelhante ao da variedade Laurina (0,6%). Isso não ocorre, quando as plantas apresentam porte alto (LrLr momo), nas quais o teor é o normalmente encontrado em variedades de *C. arabica* (1,1%).

A seleção genealógica de linhagens produtivas da Mokka, porte baixo, grãos maiores e com boa bebida mostra-se pouco promissora por suas associações genéticas indesejáveis. Há muitos anos, verificou-se que a Mokka apresentava, em condições naturais, baixa infestação pelo bicho-mineiro, característica que poderia ser dominante nos seus híbridos. Por essa e diversas outras razões postula-se que a Mokka tenha origem na introgressão de um bloco gênico de *C. eugenioides* em *C. arabica* (MEDINA FILHO et al., 2007 apud MEDINA FILHO e BORDIGNON, 2010).

O progresso da clonagem in vitro em biorreatores talvez possibilite o aproveitamento comercial de híbridos de Mokka mais rapidamente que o tradicional desenvolvimento de linhagens por seleção genealógica ou retrocruzamentos, cujas dificuldades já foram antes abordadas. Híbridos de Mokka, testados no Havaí, têm mostrado também bebida superior (NAGAI et al., 2004 apud MEDINA FILHO e BORDIGNON, 2010).

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 variedade Típica.

***Coffea arabica* L. var. Laurina**

Dentre as cultivares de porte reduzido, com ótima qualidade de bebida, destaca-se a cultivar Laurina, que apresenta menor teor de cafeína que as cultivares comerciais (em torno de 0,6%). Esta variedade, oriunda da Ilha de Reunião, é também conhecida por Murta, Bourbon Pointu, Leroy e Smyrna, tendo sido descrita como um provável híbrido entre *C. arabica* e *C. mauritiana*.

As plantas são arbustos de pequeno porte, geralmente entre 1 e 2 m de altura, arquitetura cônica, geralmente multicaules, com ramificação muito densa, internódios curtos e folhagem também bastante densa. As folhas são menores e mais persistentes do que na variedade Arábica. Os frutos são pontiagudos na base; as sementes pequenas e afiladas nas extremidades.

O fato de possuir menor teor de cafeína nos grãos constitui o maior atrativo em termos de melhoramento. O teor de cafeína nas folhas, contudo, não difere do encontrado em folhas de plantas normais. A produção de 'Laurina' é pequena, porém a bebida é suave, de ótima qualidade.

O fenótipo Laurina é controlado por apenas um gene, na condição homozigota recessiva (lrlr). Os híbridos F₁ são normais

e, em segregações em F_2 e outras gerações, as frequências observadas indicam dominância completa do alelo normal sobre o alelo Ir. Estudos genéticos, como os de Krug, Carvalho e Antunes Filho (1954), demonstraram que esse mutante pode ter sido originado da variedade Bourbon Vermelho, o que é provável, considerando-se a origem geográfica comum das duas variedades (Ilha de Reunião).

***Coffea arabica* L. var. Ibairi**

Derivada da variedade botânica Mokka, Ibairi tem, repetidas vezes, apresentado bebida de aroma e sabor mais intenso, superior às demais variedades. Entretanto, não é cultivada por sua baixa produção e pelo tamanho reduzido de seus grãos. Por outro lado, pesquisadores do IAC estudam a possibilidade do aproveitamento de híbridos F_1 de Ibairi com as cultivares Obatã e Tupi. Entre mais de uma centena desses híbridos estudados, existem vários que apresentam boa qualidade, porte baixo e compacto, grãos arredondados maiores que os do Mokka, resistência à ferrugem e, comparativamente ao Obatã, menor infestação pelo bicho-mineiro. Ibairi, em tupi-guarani, significa fruta doce pequena. Apresenta excelente qualidade de bebida, de aroma e sabor intensos.

Coffea eugenioides

A única espécie poliploide de *Coffea* já descrita é *C. arabica*, que apresenta $2n = 4x = 44$ cromossomos. Todas as outras espécies são diploides, com $2n = 2x = 22$ cromossomos. Vários estudos realizados com *C. arabica* conduzem à hipótese de sua origem estar ligada à hibridação entre espécies diploides, seguida da duplicação do número de cromossomos e diferenciação ou, mesmo, da hibridação de gametas não reduzidos de espécies diploides.

Acredita-se que *C. eugenioides* seja uma das espécies envolvidas na origem de *C. arabica*. *C. eugenioides* é um arbusto de folhas pequenas, baixíssima produção, frutos vermelhos e grãos bem pequenos

que, torrados e moídos, apresentam perfil de bebida distinto das demais. A infusão é suave, limpa, com baixa adstringência, retrogosto agradável e, por vezes, apresenta um agradável aroma floral.

Quanto à outra espécie envolvida ainda existem dúvidas, mas certamente *C. canephora* ou *C. congensis* parecem muito relacionadas, podendo qualquer uma estar ligada à origem de *C. arabica*, sendo, a primeira, com perfil de aroma e sabor inferior à *C. arabica*, e a segunda, com a qualidade de infusão ruim e bastante variável. Algumas introduções têm perfis bastante desagradáveis, inferior à *C. canephora*, outras têm um típico sabor rançoso, embora uma das introduções tenha apresentado leves notas jasmínáceas. É possível que o sabor superior de *C. arabica* deva-se à favorável contribuição de *C. eugenioides* ao seu genoma.

Por essa razão, pesquisadores do IAC investigam a possibilidade de melhorar o sabor de *C. arabica* e *C. canephora* explorando recombinações genéticas com *C. eugenioides*. Atualmente, investiga-se a qualidade da bebida de plantas derivadas do cruzamento da cultivar Obatã com o primeiro retrocruzamento de *C. eugenioides* duplicado ($2n=44$) com *C. arabica*.

Mutante AC

Em 2003, pesquisadores do IAC identificaram uma planta que produz um fruto naturalmente descafeinado. O mutante AC, com teor vinte vezes menor de cafeína (teor de 0,07%), é proveniente da Etiópia. Atualmente, pesquisas buscam cruzar a variedade descafeinada com outras mais produtivas como 'Mundo Novo' e 'Catuaí', para viabilizar o cultivo pelo produtor.

CULTIVARES COMERCIAIS DESENVOLVIDAS PELA PARCERIA EPAMIG/UFV/UFLA

O Programa de Melhoramento de Café, conduzido em Minas Gerais, iniciou-se em 1971 na UFRV, com a introdução de um germoplasma valioso de café, o Híbrido

de Timor, que constitui o segundo retrocruzamento de *C. arabica* x *C. canephora* e possui fontes de resistência à ferrugem.

Em consequência da crescente demanda pelos cafés especiais, nos quais a qualidade de bebida superior é um dos principais requisitos do mercado consumidor, tem-se priorizado e intensificado o processo de seleção nas progênes resultantes de cruzamentos que envolvem cafeeiros das cultivares Mundo Novo, Acaiaí, Bourbon Amarelo, Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Caturra Vermelho, Típica, Blue Mountain e Bourbon SL34 com Híbrido de Timor e seus derivados. Atualmente, muitas dessas combinações já estão em avaliação de campo, com progênes nas gerações F_2 , F_3 e F_4 .

A partir desse germoplasma, vem sendo organizado um programa de melhoramento, visando à obtenção de cultivares para a produção de bebidas de alta qualidade e diferenciadas. Depois de hibridações desses genótipos com cultivares comerciais, como 'Catuaí', 'Caturra', 'Mundo Novo', e 'Bourbon', muitas gerações de seleção foram realizadas objetivando recombinante de alta produtividade, resistente a doenças, com vigor vegetativo e alta qualidade de xícara. Como resultado desse trabalho já foi possível disponibilizar aos cafeicultores oito novas cultivares resistentes à ferrugem, derivadas de hibridações de 'Caturra', 'Catuaí' e 'Híbrido de Timor': Oeiras MG 6851, Paraíso MG H 419-1, Araponga MG1, Sacramento MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catiguá MG3 e Pau-Brasil MG1.

No germoplasma introduzido pela UFRV, foram realizados testes com relação às características da bebida, bem como os teores de óleos, sólidos solúveis e cafeína de algumas introduções de 'Híbrido de Timor', 'Catimor' (Caturra Vermelho - CIFIC 19/1 x Híbrido de Timor - CIFIC 832/1 e CIFIC 832/2), 'Cavimor' (Catuaí Amarelo - CIFIC 2482/20 x Catimor CIFIC HW 26/13), 'Catindu' (descendência do híbrido CIFIC H 275, resultante do cruzamento 'Caturra Vermelho' - CIFIC H 19/1 x S 795 - CIFIC

1344/19) e ‘Catiafa’ (descendência do híbrido CIFC H 175, resultante do cruzamento ‘Caturra Vermelho’ - CIFC 19/1 x S 12 Kaffa - CIFC 635/3), em comparação ao ‘Catuaí’, ‘Mundo Novo’ e ‘Conillon’ (SOUZA, 1980). No germoplasma designado Híbrido de Timor tem-se constatado ampla variabilidade para a qualidade de bebida, apresentando genótipos de baixos a elevadíssimos escores para essa característica.

Dessa forma, é de especial relevância destacar o mérito do trabalho de melhoramento e a elevada qualidade de bebida das novas cultivares resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), desenvolvidas no IAC (THOMAZIELLO; FAZUOLI, 2003; AGUIAR, 2001), na Fundação Procafé (COSTA et al, 2009) e na EPAMIG (PEREIRA et al., 2008).

O Quadro 2 apresenta os resultados de análise sensorial de dez genótipos de café Arábica, provenientes do Programa de Melhoramento Genético da EPAMIG, com base em critérios adotados para avaliação de cafés especiais. Todas as amostras apresentaram qualidade de xícara muito boa, com atributos diferenciados especiais. As notas mais altas foram atribuídas às

amostras de ‘Catuaí Vermelho IAC 99’, do município de Três Pontas, as quais foram de 85 e 86 na escala de 100 pontos. As cultivares Catiguá MG2, Catiguá MG1 e a progênie H419-6-2-5-3 (proveniente do cruzamento entre ‘Catuaí Amarelo’ e o ‘Híbrido de Timor’, que será lançada em breve pela EPAMIG) atingiram, em pelo menos uma amostra, escores superiores a 90 pontos, indicando seu potencial para cafés excepcionais de qualidade de xícara.

Em análises sensoriais da bebida, a cultivar Araponga MG1 foi descrita por um dos provadores como possuidora das seguintes características: “Sabor cítrico, com nuances exóticas florais, acidez muito viva e agradável, complexo. Café excelente de grande aroma, bom quando quente, morno e frio”. E pelo segundo provador como: “Alta acidez, alto gosto remanescente, doçura intermediária e sabor cítrico”. Já a cultivar Catiguá MG2 foi descrita, pelo primeiro avaliador, com os seguintes atributos relativos à qualidade da bebida: “acidez muito viva, agradável, gosto remanescente muito bom, muito doce, exótico floral, muito cítrico, sendo considerado um café maravilhoso, complexo e fantástico”. Pelo segundo provador, como: “Muito cí-

trico, alta acidez, alto gosto remanescente, alta doçura”. O desempenho da qualidade sensorial da bebida das novas cultivares está sendo continuado.

Dessa forma, concluiu-se que essas novas cultivares de café Arábica derivadas de ‘Híbrido de Timor’ possuem potencial para qualidade de xícara, em consequência de recombinação genética e processos de seleção.

TRABALHOS CONDUZIDOS EM OUTROS PAÍSES

A seleção para novas cultivares de *C. arabica* com qualidade de bebida tem recebido muita atenção em Programas de Melhoramento Genético não só no Brasil, mas em outros países, como no Quênia, Tanzânia e Colômbia em particular, que objetivam aliar produtividade, resistência a doenças, sem perder posição no mercado de cafés especiais (VOSSEN, 2009).

Quênia

A qualidade de bebida, a resistência à ferrugem e à antracnose da cultivar Ruiru 11 têm sido estudadas desde seu lançamento, em 1986, no Quênia, pela Coffee Research Foundation. O vigor híbrido é refletido em produtividade mais alta, enquanto tamanho de grão e qualidade de bebida compararam bem com SL28 (KARANJA, 1993 apud VOSSEN, 2009).

Tanzânia

O Tanzanian Coffee Research Institute tem liberado, desde 2004, cultivares híbridas clonais com resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e à antracnose (*Colletotrichum kahawae*). Além de exibir vigor híbrido para produtividade, a maioria destas novas cultivares possuem boa qualidade de bebida, como avaliado por provadores profissionais da Tanzania Coffee Board e do setor privado de café, comparável às melhores cultivares tradicionais como ‘N39’ e ‘KP423’ (TaCRI, 2005; TERI et al., 2004 apud VOSSEN, 2009).

QUADRO 2 - Análise sensorial de oito cultivares e duas progênies de *C. arabica*, com base em critérios de cafés especiais - média de dois provadores - 2007

Cultivar	Três Pontas		São Sebastião do Paraíso		Patrocínio		Média	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Paraíso MG H419-1	82,5	86,5	-	80,5	-	-	82,5	83,5
Catiguá MG1	-	-	-	-	94,0	86,0	94,0	86,0
Catiguá MG2	-	-	-	-	88,5	94,5	88,5	94,5
Araponga MG1	77,0	80,5	-	91,5	-	-	77,0	86,0
Sacramento MG1	79,0	79,0	-	-	91,0	88,5	85,0	83,7
Pau-Brasil MG1	85,5	83,5	-	82,5	-	-	85,5	83,0
Catuaí Vermelho IAC99	85,0	86,0	-	77,0	-	-	85,0	81,5
Catiguá MG3	-	-	-	80,5	-	-	-	80,5
H514-7-10-9-3-1	-	-	-	83,5	-	-	-	83,5
H419-6-2-5-3	-	-	-	-	93,0	87,5	93,0	87,5

FONTE: Pereira et al. (2008).

NOTA: A - Café despolpado sem mucilagem; B - Café despolpado com mucilagem.

Colômbia

Em 1982, o Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) liberou a cultivar Colômbia, que foi selecionada dentro de progênies de Catimor para resistência à ferrugem, produtividade, tamanho de grãos e qualidade, possuindo qualidade de bebida semelhante ao Típica tradicional, Bourbon e variedades de Caturra (MORENO; MORENO; CADENA, 1995). Com o avanço da seleção foi lançada a cultivar Castillo, caracterizada por apresentar resistência durável à ferrugem e qualidade de bebida (ALVAREDO et al., 2008 apud VOSSEN, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da bebida na cafeicultura, atualmente, é um dos mais importantes instrumentos que as empresas rurais e organizações dispõem para ingressar no mercado que desponta. Os cafeicultores estão cada vez mais conscientes de que suas propriedades cafeeiras devem ser consideradas como empresas, abrangendo dinamismo, desenvolvimento, desafios e expansão, procurando redução de custos e perdas, adequação e implantação de tecnologias que reflitam em qualidade no produto final.

Em consequência desta demanda, o interesse por plantio de cultivares com potencial para produção de cafés especiais tem aumentado significativamente nos últimos anos. A grande variação entre as cultivares comerciais e a crescente demanda para plantio reforçam a necessidade imediata de estudos genéticos e bioquímicos nesses materiais, visando à seleção de materiais genéticos com potencial para produção de cafés especiais e com características agrônomicas compatíveis com a realidade atual da cafeicultura brasileira, para atender a esse mercado emergente.

As cultivares do grupo Bourbon selecionadas têm renomada preferência nos mercados de cafés especiais. Como são cultivares precoces e as mais apropriadas às regiões limítrofes de alta altitude, parte

desse consenso de produtora de boa bebida, deve-se às condições superiores de cultivo em altitude e clima frio favorável ao desenvolvimento do bom aroma, corpo e sabor da bebida do café. É fato que a diversidade climática proporciona variações na qualidade e, por isso, estudos em diferentes regiões representam a garantia de seleção e identificação de alterações na qualidade de diferentes cultivares comerciais e/ou progênies elites em fase final de melhoramento.

Dessa forma, os órgãos de pesquisas e as universidades, e não só do Brasil, mas também da maioria dos países que ocupam posição no mercado de cafés especiais, têm desenvolvido trabalhos na área de melhoramento, buscando novas cultivares que combinem boas características agrônomicas e evidenciam qualidade de bebida, quando produzidas em condições ambientais favoráveis.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.T. da E. et al. Análise sensorial da bebida das cultivares Ouro Verde, Tupi e Obatã. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p.1242-1247. 1 CD-ROM.

CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.8, p.555-561, ago. 1996.

_____; MALTA, M.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Potencial da região Sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais – I: atividade da polifenoloxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.590-597, maio/jun. 2005.

CHARRIER, A; BERTHAUD, J. Variation de la teneur en caféine dans le genre *Coffea*. **Café Cacao Thé**, Paris, v.11, n.4, p.251-264, oct./déc. 1975.

CORTEZ, J.G. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agrope-**

cuário. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.27-31, 1997.

COSTA, J.C. et al. Qualidade da bebida de genótipos de café com resistência à ferrugem-do-cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais...** Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas. Brasília: Embrapa Café, 2009. CD-ROM.

FAZUOLI, L.C. et al. Cultivares de café Arábica de porte alto. In: CARVALHO, C.H.S. de. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008, v.1, p.225-252.

FERREIRA, A.D. **Seleção de genótipos de cafeeiros Bourbon para a produção de cafés especiais**. 2010. 95p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

KRUG, C.A.; CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H. Genética de *Coffea* – XXI: hereditabilidade das características de *Coffea arabica* L. var. *laurina* (Smeathman) DC. **Bragantia**, Campinas, v.13, p.247-255, 1954.

KY, C.L. et al. Trigonelline inheritance in the interspecific *Coffea pseudozanguebariae* x *C. liberica* var. *dewevrei* cross. **Theoretical and Applied Genetics**, v.102, n.4, p.630-634, Mar. 2001.

LEROY, T. et al. Genetics of coffee quality. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.18, n.1, p.229-242, Jan./Mar. 2006.

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J. de R. Caracterização de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais...** Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas. Brasília: Embrapa Café, 2009. CD-ROM.

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R. **Melhoramento do cafeeiro visando a qualidade – parte 2**. [S.l.]: CafePoint, [2010]. Disponível em: <http://www.cafepoint.com.br/melhoramento-do-cafeeiro-visando-a-qualidade-parte-2_noticia_65272_32_90_.asp>. Acesso em: 7 nov. 2010.

MONTAGNON, C. et al. Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. **Plant**

Breeding, v.117, n.6, p.576-578, Dec. 1998.

MORENO, G.; MORENO, E.; CADENA, G. Bean characteristics and cup quality of the Colombia variety (*Coffea arabica*) as judged by international tasting panels. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COFFEE CONFERENCE, 16., 1995, Kyoto. **Proceedings....** Paris: ASIC, 1995. p.574-578.

MOSCHETTO, D. et al. Studies on the effect of genotype on cup quality of *Coffea canephora*. **Tropical Science**, v.36, p.18-31, 1996.

OLIVEIRA, J.C. et al. Efeitos da origem, tipo de despulpamento e armazenamento do café na atividade da polifenoloxidase e qualidade da bebida. **Científica**, Jaboticabal, v.7, n.1, p.79-84, 1979.

PEREIRA, A.A. et al. Cup quality of new cultivars derived from Híbrido de Timor. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 22., 2008, Campinas. **Programme abstracts...** Montpellier: Association for Science and Information on Coffee, 2008. p.143.

PEREIRA, M.C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 101p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SOLARES, P.F. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19., 2000, San José, Costa Rica. **Resumos...** San

José, Costa Rica: [s.n.], 2000. p.493-499.

SOUZA, A.C.G. de. **Teores de óleo, sólidos solúveis, cafeína e qualidade da bebida de café de progênies resistentes a *Hemileia vastatrix***. 1980. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C. Concursos destacam qualidade das cultivares do IAC. **Folha Rural**, Guaxupé, p.13, jan. 2003.

VOSSSEN, H.A.M. van der. The cup quality of disease-resistant cultivars of arabica coffee (*Coffea arabica* L.). **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.45, n.3, p.323-332, July 2009.

Jornal agronegócio 5 anos NEGÓCIO
informação e resultados

Vote Consciente
O agronegócio agradece.

Lançando estrelas ao mar.

A marca do Brahman que todo mundo quer.

IC

XI Congresso Mundial da Raça Brahman

Café com queijo
Tradição de Minas

“O AgroNegócio de Minas em suas mãos”.

Leia - assine - acesse

www.jornalagronegocio.com.br Seja um assinante ligue - 31. 3484-2430

Nutrição do cafeeiro e sua relação com a qualidade do café

Paulo Tácito Gontijo Guimarães¹

Francisco Dias Nogueira²

Marcelo Ribeiro Malta³

Kaio Gonçalves de Lima Dias⁴

Thiago Henrique Pereira Reis⁵

Resumo - A produção de café com base na comercialização de matéria-prima de baixa qualidade não é a melhor alternativa para os produtores se manterem num mercado altamente competitivo, onde a qualidade é essencial para alcançar melhores preços e conquistar novos mercados. No Brasil, o café é um dos poucos produtos agrícolas que têm o preço com base em parâmetros qualitativos, ou seja, o valor do produto oscila significativamente de acordo com a qualidade, e os maiores retornos econômicos são advindos da venda de um produto de melhor qualidade. A crescente demanda de nutrientes pelas cultivares de café, cada vez mais produtivas, assim como a expansão das lavouras para solos de baixa fertilidade vem exigindo melhor compreensão da dinâmica desses nutrientes na cultura do cafeeiro, o que evita problemas de deficiência nutricional, os quais prejudicam a eficiência dos programas de adubação. No caso da produção do cafeeiro, sua alta capacidade de resposta às adubações e a outros tratamentos pode induzir efeitos benéficos ou maléficos sobre os compostos químicos responsáveis pela qualidade da bebida, o que depende de avaliação química e sensorial. O nutriente, dependendo de sua natureza, pode desempenhar diversas funções no metabolismo da planta, determinando ou influenciando os diversos processos vitais. Embora a adubação influencie na qualidade da bebida, são raros os trabalhos que a relacionam com a composição química do solo, os tratamentos culturais, a composição da folha e dos frutos.

Palavras-chave: Nutriente. Estado nutricional. Adubação. Macronutriente. Micronutriente.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a quantidade de café produzido prevalece para satisfazer economicamente todos os componentes da cadeia produtiva. Entretanto, as exigências do consumidor mudaram, e, cada vez mais, é preciso diferenciar o produto em qualidade principalmente, para concorrer com

o mercado globalizado. Com produções mundiais de café acima da demanda, ganha o produto que se diferencia dos demais. Sendo assim, os produtores estão descobrindo as vantagens de agregar valor ao café, num mercado segmentado pela qualidade do produto, com melhor sabor e que ofereça bebida superior.

Malavolta (2000) define como qualidade, o conjunto de características organolépticas do grão ou da bebida que dá valor comercial ao café. Nesse caso, tanto a qualidade quanto a quantidade são compatíveis, diferindo de outros frutos como a laranja. Assim, é possível ter alta produtividade sem prejuízo

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: paulotgg@epamig.ufla.br

²Eng^o Agr^o, Dr., Bolsista Consórcio Pesquisa Café/EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: fdnogueira@ufla.br

³Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: marcelomalta@epamig.ufla.br

⁴Eng^o Agr^o, Bolsista Consórcio Pesquisa Café/EPAMIG Sul de Minas, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: kaiogld@hotmail.com

⁵Eng^o Agr^o, Doutorando UFLA - Depto. Ciência do Solo/Bolsista CNPq, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: thiagohtreis@yahoo.com.br

da qualidade, variáveis que caminham juntas.

Sabe-se ainda que a composição química do grão e a qualidade do café dependem do estado nutricional da planta, do sistema de produção e manejo da lavoura, da cultivar utilizada, do processamento pós-colheita, além dos cuidados exigidos nas fases de colheita e preparo da bebida (CARVALHO et al., 1994).

O alto consumo mundial do produto tem estimulado o desenvolvimento de estudos relacionados com a atividade biológica do grão e de constituintes do café verde e, especialmente, do café torrado utilizado para preparar diferentes tipos de bebidas.

RELAÇÃO DOS NUTRIENTES COM A QUALIDADE DO CAFÉ

A presença ou ausência dos nutrientes tem uma diversidade de efeitos sobre os processos bioquímicos que determinam a qualidade dos produtos. Sua aplicação equilibrada em tempo hábil é importante para determinar tanto a qualidade como o rendimento do produto. A questão principal é discernir até que ponto uma adubação do cafeeiro, orgânica ou mineral, poderia afetar positiva ou negativamente a qualidade dos grãos e da bebida café.

MACRONUTRIENTES

Nitrogênio

O suprimento de nitrogênio (N) pelo solo depende da mineralização de sua matéria orgânica (MO), sendo a taxa controlada por fatores, como teor de umidade, temperatura, pH do solo, quantidade e natureza dessa MO, em particular de sua relação C/N. O N relaciona-se com a produção, porque aumenta a área foliar e o número de gemas floríferas, sendo um nutriente exigido em grandes quantidades pelo cafeeiro juntamente com o potássio (K) e é bastante exportado pelos grãos.

Na maioria das regiões cafeeiras, o N, com frequência, é um dos nutrientes mais exigidos na produção. O suprimento adequado de N determina o crescimento,

o vigor e o rendimento da planta, assim como sua cor e seu conteúdo proteico. O N faz parte da molécula de cafeína, que é um alcaloide que contém princípio estimulante do sistema nervoso. A participação porcentual do N na massa molecular da cafeína é muito significativa (45,3%) e isto explica um dos motivos do maior consumo de fertilizante nitrogenado no cultivo do cafeeiro, o que faz induzir os produtores à procura de fontes de N que proporcionem, além da produtividade, a qualidade.

A cafeína, constituinte do café, é bastante conhecida por suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. É um alcaloide farmacologicamente ativo, altamente resistente ao calor, inodoro e apresenta sabor amargo bastante característico, o que contribui para o sabor e o aroma do café. Seu consumo em baixas a moderadas doses pode resultar em efeito estimulante do sistema nervoso central, com possível diminuição do sono e aumento da capacidade de concentração.

Após absorvido, o N possui muitas rotas metabólicas alternativas para a formação de outros compostos influentes na qualidade do grão e da bebida, como compostos orgânicos designados por aminas (primária, secundária, terciária e quaternária). Algumas

delas podem agregar valor nutracêutico ao grão e à bebida preparada (presença de serotonina, trigonelina → ácido nicotínico). Quando presentes nos grãos em níveis elevados, podem afetar negativamente o armazenamento e a germinação das sementes, mas desaparecem quase totalmente na torra.

Efeitos negativos da adubação nitrogenada, na qualidade da bebida do café (Gráfico 1), foram obtidos por Amorim et al. (1973). Observou-se aumento do teor de N no grão e na polpa (AMORIM et al., 1965). O maior teor de N no grão pode fazer com que as paredes das células tornem-se finas e acumulem poucos polissacarídeos. Estes serão decompostos, posteriormente, quando se dá a formação de açúcares, que contribuem para o sabor e aroma do café. Os melhores cafés possuem maiores teores de açúcares (CHAGAS; CARVALHO; COSTA, 1996). O sabor doce desejável em cafés Gourmet tem como base a presença de açúcares dos grãos após a torração. Os açúcares com os aminoácidos são responsáveis pela cor caramelo no café torrado, que é obtida pelas reações de Maillard.

Por outro lado, o N poderá exercer influência indireta, pois, quando em excesso, principalmente na forma amoniacal, causa tecidos delgados com membranas

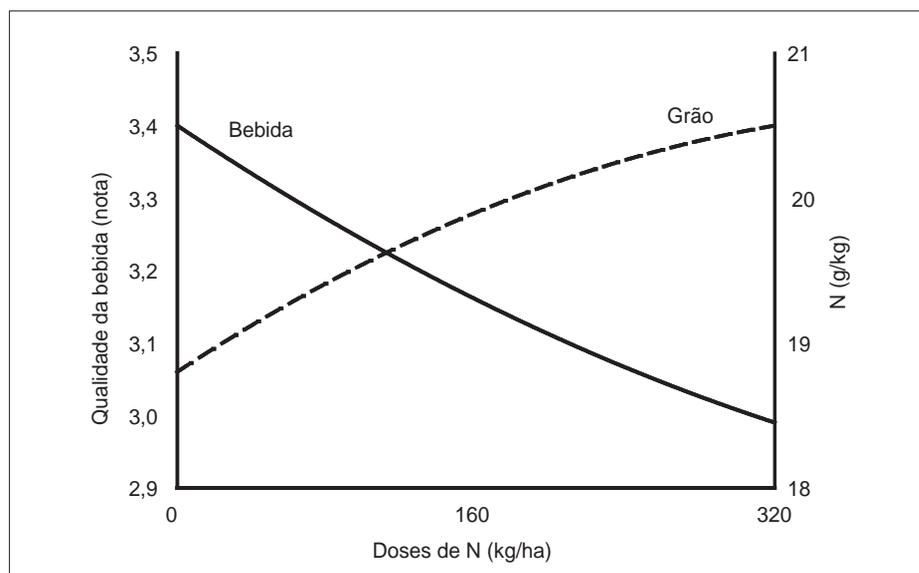


Gráfico 1 - Relação entre doses de N com qualidade da bebida pela prova de xícara e teor de N nos grãos de café

FONTE: Dados básicos: Amorim et al. (1973).

celulósicas muito finas. A polpa do fruto de café com uma cutícula delgada tornaria mais fácil a penetração de microrganismos, por meio dos minúsculos orifícios provenientes de picadas de insetos, os quais alterariam o sabor e o aroma do café, pela maior atividade da polifenoloxidase (PFO) (CHALFOUN, 1996). Quaisquer condições adversas aos frutos de café proporcionam a ativação das PFOs que oxidariam os compostos fenólicos, diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, sendo estes, posteriormente, inibidos competitivamente pelas quinonas formadas que alteram o gosto e o aroma do café.

A fonte e a época de aplicação do N têm importante influência na produção e na qualidade do produto. Pela avaliação sensorial (prova de xícara), verificou-se que a adubação de cafeeiros com fontes como nitrocálcio e nitrato de amônio proporcionou bebidas de menor qualidade, sendo classificadas como dura. As demais fontes de N utilizadas proporcionaram bebida apenas mole (MALTA; NOGUEIRA, GUIMARÃES, 2003).

Quanto à dosagem, as fontes de N apresentaram comportamentos diferenciados, sendo que, de maneira geral, a maior dose de N utilizada (320 kg/ha) provocou redução na qualidade da bebida do café (POZZA et al., 2003). Observou-se maior porcentagem de frutos verdes, quando se usou o nitrato de potássio e, maior porcentagem de frutos passa, quando se usou nitrocálcio, sulfato de amônio, ureia e nitrato de amônio, independentemente das doses de N, indicando o efeito da fonte na antecipação (nitrocálcio, sulfato de amônia, ureia e nitrato de amônio) e atraso da colheita (nitrato de potássio). As plantas tornaram-se mais vigorosas com o aumento das doses de N de até 202,5 kg/ha, havendo redução da seca de ponteiros até 223,53 kg/ha de N. Observou-se uma redução no tamanho dos grãos com o aumento das doses de N até 230 kg/ha. O tamanho das plantas aumentou com a elevação das doses de N em até 176,22 kg/ha, reduzindo a partir dessa dose, independentemente da fonte.

Baixo conteúdo de proteínas e alto teor de carboidratos favorecem o maior tamanho dos grãos e o maior porcentual de germinação de sementes. Sabe-se que as lavouras supridas adequadamente com P e K produzem grãos de melhor qualidade, enquanto doses excessivas de N reduzem a qualidade, pelo aumento de compostos nitrogenados sob diversas formas, podendo ser benéficas, enquanto outras não são desejáveis (MENGEL; KIRKBY, 1987).

Fósforo

O fósforo (P) é um nutriente pouco exigido pelo cafeeiro, sendo também muito pouco exportado em relação aos outros macronutrientes. O alto poder de fixação do P nos solos de baixa fertilidade, altamente intemperizados da região tropical, faz com que sejam encontrados, no campo, sintomas de deficiência desse nutriente.

O P desempenha função-chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no alargamento das células e na transferência da informação genética. Promove a formação inicial, o desenvolvimento da raiz e o crescimento inicial da planta; acelera a cobertura do solo para a proteção contra a erosão; afeta a qualidade dos frutos e é vital para a formação dos grãos.

São raros os trabalhos que relacionam a adubação fosfatada com a qualidade do produto. O P, além da função de armazenamento e fornecimento de energia na forma de trifosfato de adenosina (ATP), teria participação estrutural dos fosfolipídeos na formação da membrana celular, a qual lhe confere a natureza lipídica (MALAVOLTA, 1980). A boa disponibilidade de P no solo proporcionaria formação de membranas nos frutos de café. Portanto, frutos com membranas bem formadas conferem resistência ao ataque de insetos, que ocasionam injúrias e facilitam a infecção microbiana e, por fim, provocam a deterioração da qualidade da bebida do café.

Pelos dados de Amorim et al. (1965), observou-se uma ligeira melhoria na qua-

lidade da bebida do café e no teor de P nos grãos em função da adubação fosfatada. Esses autores afirmaram que tais resultados devem ser tratados com reserva, uma vez que os teores de P nos grãos não se correlacionaram com os valores correspondentes à bebida, mas sim com o teor de P no solo, a 5% de significância ($r^2 = 0,807$).

Potássio

Ao contrário de outros nutrientes, o potássio (K) não forma compostos estruturais na planta, mas permanece livre para regular processos essenciais e interagir com quase todos os nutrientes. É importante para ativação enzimática; uso eficiente da água; fotossíntese; transporte de açúcares, água e movimento de nutrientes; síntese de proteínas; formação de amido e qualidade da bebida do café.

É exigido e exportado em grande quantidade pelo cafeeiro. Sua relação direta com a produção explica-se, principalmente, pela sua função na síntese de carboidratos nas folhas e seu transporte para os frutos e outros órgãos. O K tem sido considerado o elemento da qualidade em nutrição de plantas. Apesar dessa reputação qualitativa e de aumentar a produção agrícola, normalmente ignora-se a extensão dos benefícios da adubação potássica.

O K tem muita mobilidade no tecido vegetal e, embora não participe das moléculas orgânicas, é muito importante na ativação de, aproximadamente, 60 enzimas atuantes no metabolismo e/ou catabolismo das plantas. Tem sido atribuído ao cafeeiro um consumo de luxo em K, ou seja, a quantidade maior de K absorvida nem sempre corresponde a um aumento linear na produtividade.

O teor de K dos grãos crus em experimentos realizados em campo apresentou correlação negativa significativa com os critérios de qualidade de bebida, como bebida limpa, doçura e sabor (SILVA, 1999). Entretanto, vale ressaltar que a correlação foi negativa e esses resultados são contrários ao esperado. Segundo esse autor, a possível explicação para essa cor-

relação refere-se à fonte de K, utilizada na adubação do cafeeiro. Foi encontrada uma redução no teor de açúcares totais com o aumento nas doses de K, na forma de KCl, sendo que o inverso ocorreu com a fonte K_2SO_4 , a qual promoveu melhor qualidade da bebida do café. Malta et al. (2002) também concluíram que cafeeiros adubados com fontes de K, isentas de cloreto, proporcionaram cafés de melhor qualidade. Um possível efeito indireto na adubação do cafeeiro na forma de KCl sobre a qualidade da bebida do café refere-se ao fato de que as plantas que recebem elevadas quantidades de cloreto aumentam seu conteúdo de água (GOUNY, 1973).

A severa deficiência de K nos tecidos vegetais leva à síntese de aminas tóxicas, tais como, a putrescina e agmatina. A putrescina desaparece quase por completo durante a torra (CIRILO, 2001). Fontes de K diversas, assim como a variação nos seus teores, têm muita influência na variação da concentração de putrescina nos tecidos vegetais. Ao utilizar grãos de café beneficiados coletados em lavouras sob efeito de KCl e K_2SO_4 nas doses 0, 100, 200 e 400 kg/ha de K, Cirilo (2001) fez uma avaliação de aminas em grãos de café cru e torrado, observando que a dose de 200 kg/ha de KCl seria ideal para evitar o acúmulo de putrescina nos grãos de café.

Dentro desta linha de pesquisa, Arcila-Pulgarin e Valência-Aristizábal (1975) estudaram o efeito da adubação potássica sobre a atividade da PFO e não encontraram diferenças entre os seguintes tratamentos: controle, KCl, K_2SO_4 , (KCl + N + P + Mg) e (K_2SO_4 + N + P + Mg). A fertilização potássica aumentou os teores de K nos grãos, sem correlacionar com a atividade da enzima, porém foi observada uma maior atividade da enzima PFO, quando se aplicou o sulfato de potássio (Gráfico 2).

Silva et al. (1999) estudaram o efeito de fontes e doses de K na composição físico-química dos grãos de café beneficiados da região do Sul de Minas. Esses autores observaram maior atividade da PFO, índice de coloração (IC) e açúcares redutores,

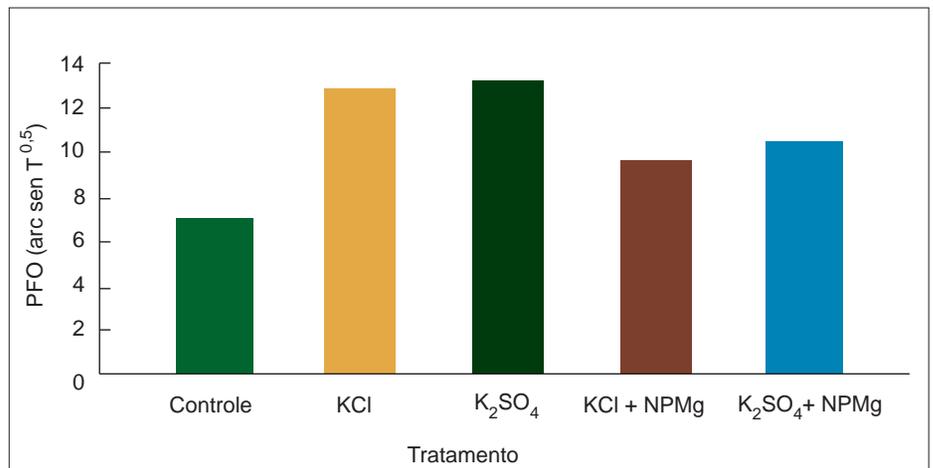


Gráfico 2 - Efeito da adubação do cafeeiro com fontes distintas de potássio na atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) dos grãos de café beneficiados

FONTES: Dados básicos: Arcila-Pulgarin e Valência-Aristizábal (1975).

baixa acidez titulável total (ATT) em cafés adubados com K_2SO_4 , confirmando que esta fonte proporciona uma melhor qualidade do café. Encontraram menor teor de açúcar não redutor com aumento das doses de K como KCl e o inverso, quando se utilizou o K_2SO_4 , observando-se a mesma tendência para os açúcares totais (AT). Encontraram, ainda, correlação negativa entre o teor foliar de cloro e a atividade da PFO com a aplicação de KCl. A causa dessa correlação negativa está numa ação do cloreto proporcionando inibição sobre o íon cobre, o qual é componente e ativador dessa enzima (FOX, 1991). Portanto, a ação negativa da adubação potássica com KCl está relacionada com a aplicação em igual proporção do íon Cl e K.

Os grãos de café que apresentam maior atividade da PFO, ou seja, melhor qualidade de bebida, também apresentam maior IC, conforme se verifica na correlação entre essas duas variáveis (Gráfico 3). Geralmente, cafés de melhor qualidade possuem maior IC e menor ATT (CARVALHO et al., 1994).

O efeito de fontes e doses de K_2O em duas condições edafoclimáticas sobre parâmetros bioquímicos e químicos, ou seja, sobre a atividade enzimática da PFO, IC, ATT, AT e ácido clorogênico total dos grãos de café beneficiados foram estudados por Silva (1999). Para todas as fontes de K e em ambos os locais, ou seja, São Sebastião

do Paraíso (Latossolo Vermelho distroférrico) e Patrocínio (Latossolo Vermelho-Amarelo), houve efeito positivo quadrático de doses e fontes (KCl, K_2SO_4 e KNO_3).

O Gráfico 4 mostra redução da qualidade da bebida (prova de xícara) em função do aumento do teor de K nos grãos. Constatou-se que este teor não se correlacionou positivamente com a qualidade da bebida. Por outro lado, na ativação de enzimas, influentes na qualidade da bebida, não seria bem a quantidade de potássio tão relevante, mas sim a sua fonte e a sua presença em concentrações ainda não estudadas. A fonte de K utilizada foi o cloreto de potássio, e foi sugerido um possível efeito negativo do Cl na bebida (AMORIM et al., 1973).

Dados obtidos por Silva, Nogueira e Guimarães (2002), em condições edafoclimáticas distintas, revelaram que a atividade da PFO, em Patrocínio, MG, foi mais elevada em relação aos resultados obtidos em São Sebastião do Paraíso, MG, quando se comparam os valores de atividade nos tratamentos que não receberam adubação potássica (0 kg de K/ha) em ambos os locais. Comparando a classificação proposta por Carvalho et al. (1994), Silva, Nogueira e Guimarães (2002) verificaram que a classificação dos grãos colocou-se na faixa não aceitável (riada e rio), em São Sebastião do Paraíso, nas três fontes de K, ao contrário do ocorrido em Patrocínio

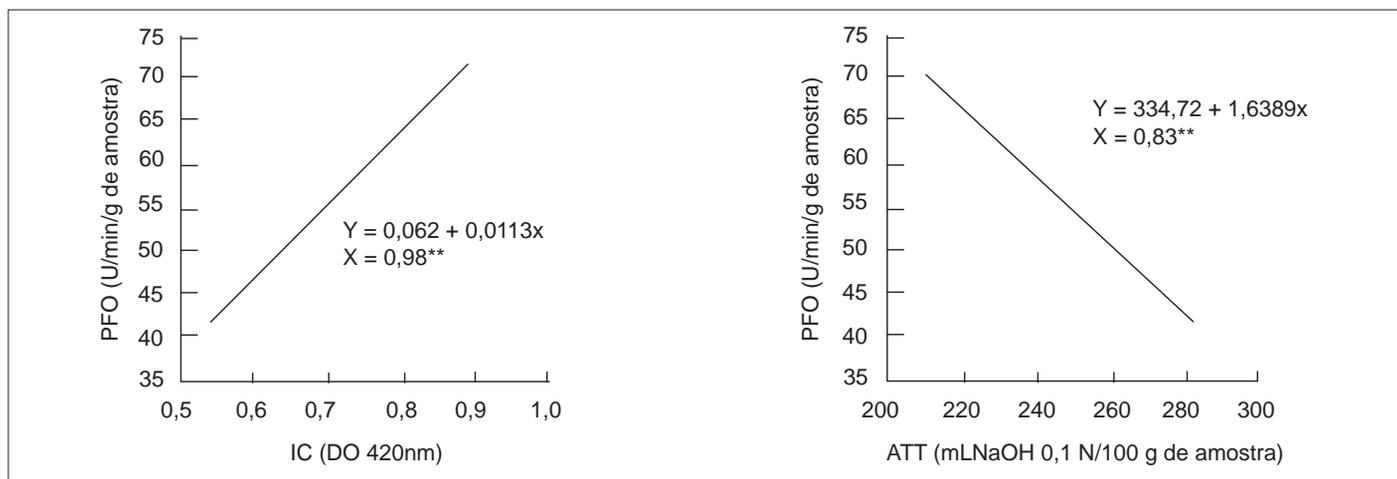


Gráfico 3 - Correlação entre atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) com índice de coloração (IC) e acidez titulável total (ATT)
 FONTE: Dados básicos: Carvalho et al. (1994).

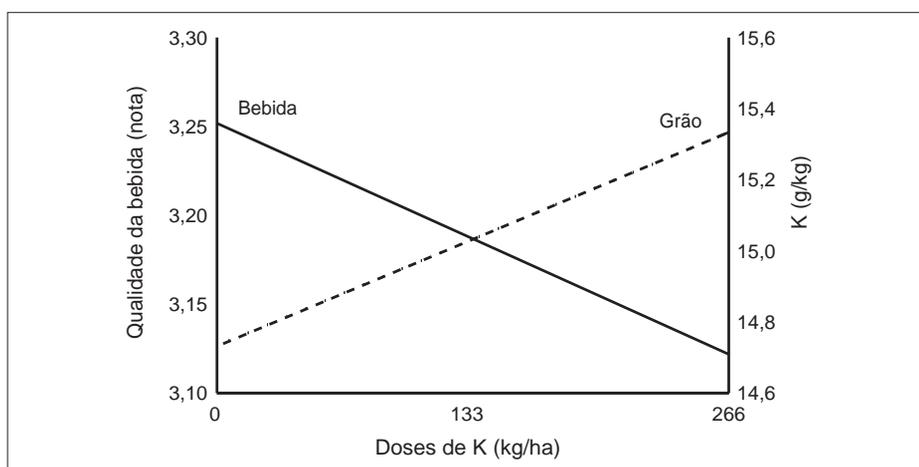


Gráfico 4 - Relação entre doses de K com qualidade da bebida (prova de xícara) e teor de K nos grãos de café

FONTE: Dados básicos: Amorim et al. (1973).

onde os cafés representados pela testemunha classificaram-se como aceitável (dura). Observou-se que a atividade enzimática da PFO, classificou a bebida do café, conforme a proposta de Carvalho et al. (1994), como bebida mole, em São Sebastião do Paraíso, ao se usar o K_2SO_4 e KNO_3 , e, em Patrocínio, como estritamente mole e mole, respectivamente. Para o KCl, a classificação foi de bebida dura, em São Sebastião do Paraíso, e bebida mole, em Patrocínio, que representa uma região cafeeira mais nova, gerando expectativa de um menor efeito residual da aplicação do KCl no solo. Por outro lado, em ambiente mais úmido, os frutos das plantas que recebem

elevadas quantidades de cloreto tornam-se mais higroscópicos (GOUNY, 1973) e passíveis de sofrer com a proliferação de microrganismos. A maior infestação de microrganismos favorece a fermentação, que produz álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico, os quais acarretam acentuados prejuízos à qualidade (CHALFOUN, 1996), em adição às condições climáticas do local de cultivo.

Em resumo, Silva, Nogueira e Guimarães (2002) encontraram que a qualidade dos grãos de café foi melhor com a dose de 222 kg/ha de K_2O para uma produtividade máxima de 46,4 sacas/hectare, para nível de K (Mehlich 1) no solo entre 60 e 70 mg/dm³.

Cálcio

O cálcio (Ca) é um macronutriente muito exigido pelo cafeeiro, sendo o terceiro em exigência, após o N e K. Sua contribuição para crescimento e aumento da produtividade do cafeeiro é importante.

As seguintes práticas de manejo podem ajudar a melhorar a nutrição das plantas, com a garantia de que o Ca não se torne um fator limitante para a produção e a qualidade do café:

- analisar o solo todos os anos;
- correção da acidez: o Ca do calcário satisfaz as exigências nutricionais do cafeeiro;
- estabelecer um programa de adubação e nutrição bem balanceado: Ca, Mg e K competem pelo mesmo sítio de absorção nas raízes, desta maneira, o desequilíbrio entre estes faz com que outro seja absorvido em excesso;
- o Ca aumenta a resistência das plantas a doenças: deve-se inserir o Ca em outras práticas de manejo para minimizar o estresse da planta e aumentar a resistência a doenças;
- construir a fertilidade do solo: solos férteis nem sempre são produtivos, pode faltar água, por exemplo, mas os solos produtivos são sempre férteis.

Pelo fato de o transporte do Ca no xilema ser unidirecional, proporcionado

pela transpiração das folhas, estas ganham mais Ca que o fruto. Esta situação explica de certa maneira a resposta de redução da qualidade dos grãos de café pela aplicação de doses de K por Silva, Nogueira e Guimarães (2003a), a partir da dose de 200 kg/ha de K_2O , associado à redução da absorção de Ca pela competição catiônica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), com o K aplicado no solo.

Uma das funções do Ca na planta é manter a integridade da parede celular por meio da formação de pectato de cálcio, o que proporciona maior rigidez à parede. A competição catiônica entre Ca e K no solo possibilita menor absorção de Ca pelas raízes do cafeeiro e menor transporte de Ca para as folhas. Os frutos do cafeeiro, nesta situação, têm reduzido suprimento de Ca para formação da parede celular, ficando passíveis de sofrer ataque de microrganismos, responsáveis pela redução da qualidade da bebida do café (CHALFOUN, 1996).

Magnésio

As quantidades de magnésio (Mg) exigidas pelo cafeeiro são menores que as de N, K ou Ca, mas praticamente iguais a de P ou enxofre (S). O Mg é absorvido pelas plantas como cátion Mg^{2+} e desempenha várias funções, ou seja, é um componente da clorofila, pigmento responsável pela fotossíntese e pela coloração verde das plantas. Uma vez que é móvel na planta, facilmente transloca-se do tecido mais velho para as partes mais novas. É importante também no metabolismo dos carboidratos (glicólise) e já foi demonstrado que a integridade dos ribossomos requer Mg.

A importância do Mg na clorofila está em sua participação na atividade de enzimas, principalmente, fosfatases ácidas (ATPases) as quais transformam o fósforo orgânico (Po) em fósforo inorgânico (Pi), sendo esta a forma absorvida e assimilável pelas plantas.

Northmore (1968) observou em cafeeiro, no Quênia, uma sequência de cores nos grãos (azul, verde, amarelo e pardo), a qual corresponde a uma ordem descre-

cente de qualidade, em que as duas últimas indicam cafés piores. Segundo esse autor, constatou-se que o ácido clorogênico e o Mg podem formar um complexo verde-azulado, indicativo de boa qualidade para o café. Ainda no Quênia, Blore (1965) notou que a qualidade da bebida dos cafés, provenientes de solos com cobertura morta de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, L.), era inferior e chegou à conclusão que um excesso de K rompeu o equilíbrio K:Mg. Posteriormente, foi adicionado sulfato de magnésio e, então, os sintomas de deficiência de Mg desapareceram e a qualidade melhorou. Esse autor afirmou que a adição de Mg restaurou o equilíbrio K:Mg e reduziu a absorção de K. Esta melhoria na qualidade pela aplicação de sulfato de magnésio está associada a uma relação K:Mg ótima, a qual deve variar para as diversas cultivares.

A redução da qualidade dos grãos de café pela aplicação da dose acima de 200 kg/ha de K_2O (SILVA; NOGUEIRA; GUIMARÃES, 2003a) deve-se, em parte, ao desequilíbrio na relação K:Mg no solo, conforme Blore (1965), principalmente em baixos IC dos grãos (NORTHMORE, 1968).

Enxofre

A exigência de enxofre (S) no cafeeiro é igual ou um pouco maior do que a de P. É exigido na formação de aminoácidos e de proteínas, para fotossíntese e para resistência ao frio. O S está presente em todas as proteínas, uma vez que a cisteína e a metionina são aminoácidos que o contêm. Tem participação na formação de uma série de compostos e reações e a sua deficiência provoca distúrbios metabólicos no vegetal. Nessas condições, ocorre diminuição na síntese de proteínas e açúcares, acúmulo de N-orgânico solúvel e de $N-NO_3$ e, com isso, redução no crescimento da planta. A MO é o principal reservatório de S no solo para as culturas (FAQUIN, 1994).

A participação do S em moléculas voláteis contribui tanto para os sabores, quanto para os odores (*flavours*) desejá-

veis ou indesejáveis. Os compostos que contêm S são considerados de grande importância para o aroma do café torrado. Estes compostos apresentam limites de detecção extremamente baixos e aromas bem potentes e característicos, tendendo, assim, a dominar o aroma total do produto no qual estão presentes. Infelizmente, estão em baixíssimas quantidades no produto, dificultando seu estudo quantitativo e a avaliação de suas propriedades sensoriais (DART; NURSTEN, 1985). Tais compostos foram identificados no café torrado em quantidades mínimas e, por isso, são expressas em partes por milhão (ppm ou mg/kg), em partes por bilhão (ppb ou $\mu g/kg$), em registro de menor ou maior contribuição na percepção de *flavours*. Contudo, a presença destes compostos voláteis não tem sido associada com o manejo da cultura do cafeeiro (*C. arabica* ou *C. robusta*).

Faltam pesquisas dotadas de metodologias refinadas para avaliarem, com precisão, o efeito da adubação do cafeeiro, nas formas orgânicas e mineral, em relação aos compostos orgânicos voláteis que caracterizam o *flavour* (odor e sabor). Estes compostos orgânicos podem ser formados sob a influência dos nutrientes absorvidos pela planta, numa rota metabólica natural, mas frequentemente estão associados ao impacto dos processos da torra do café, os quais favorecem o desdobramento das cadeias orgânicas mais complexas (FLAMEN, 1989).

Pesquisas realizadas nos municípios de São Sebastião do Paraíso, MG e Olímpia, SP avaliaram o efeito de três fontes e doses de S em cafezais com idade de oito e dezesseis anos, respectivamente, nos dois locais. Foram aplicadas as fontes: sulfato de amônio, sulfato duplo de potássio e magnésio e gesso agrícola. Respostas significativas de aumento da produção à adição de S pelas três fontes foram obtidas, encontrando alta correlação positiva entre teor de $S-SO_4^{2-}$ no solo e a produção de café (MALAVOLTA, 1986a). Nesse ensaio, esse autor avaliou o efeito de três fontes de S nas doses (0, 20 e 40 kg/ha de S) na produção e qualidade

da bebida pela prova de xícara, porém, não encontrou diferenças na avaliação da qualidade da bebida, na média de quatro safras (1981/1982 a 1984/1985) no município de Olímpia, SP.

Por outro lado, Silva et al. (1999) e Silva, Nogueira e Guimarães (2003a) verificaram melhor qualidade do café com adubação potássica na forma de K_2SO_4 .

MICRONUTRIENTES

Cloro

O cloro (Cl) está envolvido na fotossíntese, especificamente no desdobramento da molécula de água na presença de luz. Ativa várias enzimas e participa no transporte de cátions, tais como o K, Ca e Mg, dentro da planta, e ajuda a controlar a perda de água e o aumento da resistência à seca.

O excesso de Cl prejudica a qualidade da bebida em si ou afeta indiretamente essa qualidade por provocar queda de frutos que fermentam no solo e são recolhidos. O elevado conteúdo de Cl^- na folha não corresponde à necessidade da planta, podendo ser, indiretamente, um caso ligado à especulação sobre consumo de luxo de K, quando se faz a adubação do cafeeiro com KCl (MALAVOLTA, 1986b).

Em plantas que recebem doses de KCl como fonte de K, encontram-se milhares de mg/kg de Cl na matéria seca (MS), o que ultrapassa excessivamente os teores dos micronutrientes no solo, não devendo refletir, entretanto, uma necessidade nutricional. Normalmente, encontram-se teores de Cl nos tecidos das plantas entre 2 mil a 20 mil mg/kg de Cl na MS, que já seria um conteúdo elevado, caso o Cl fosse um macronutriente. Por outro lado, o requerimento para o crescimento ótimo está entre 340 e 1.200 mg/kg de Cl na MS, teores compatíveis com os micronutrientes. Considerando, em média, 1.000 mg/kg de Cl na MS vegetal como teor ótimo, o requerimento médio das culturas seria de 8 a 10 kg/ha de Cl, demanda suprida pela atmosfera e pela água da chuva, sem necessidade de fazê-la via fertilizante (FAQUIN, 1994).

Além de não enriquecer o solo com outros macronutrientes, ausentes em sua fórmula, o KCl ainda induz efeitos deletérios no cafeeiro compreendidos por anomalias fisiológicas nas plantas ou metabólicas nos grãos, o que afeta a qualidade da bebida (NOGUEIRA et al., 1998). Não só no cafeeiro, mas também em muitas plantas, os distúrbios fisiológicos manifestam-se principalmente pelo aparecimento de clorose. No caso específico do cafeeiro, ainda podem ocorrer seca de ramos da planta (seca de ponteiros) e a abscisão de folhas e frutos.

Portanto, a concordância tácita de que a adubação potássica na forma de cloreto possa ser mais vantajosa do que na forma de sulfato de potássio, sem se avaliarem o comportamento de ambas as formas no solo e os efeitos deletérios do Cl na planta, que prejudicam a qualidade de muitos produtos agrícolas, é questionável, considerando-se, ainda, o baixo teor de $S-SO_4^{2-}$ nos solos tropicais (MALAVOLTA, 1976).

A tolerância ao Cl^- varia entre as espécies vegetais, que podem ser chamadas clorofílicas ou halófitas. No primeiro caso, requerem mais Cl^- para aumentar seu potencial osmótico ou manter a atividade estomatal, mas as espécies que são tolerantes ao Cl têm habilidade para restringir a absorção do Cl^- seletivamente nos órgãos específicos. No segundo caso, muitas culturas importantes não toleram o Cl^- , que afeta negativamente a qualidade de suas colheitas. Entre estas são citadas a soja, a cana-de-açúcar, o abacaxi, a batata, o fumo, o chá, o kiwi, a uva, o citrus e o café, conforme foi relatado por Kleinhenz (1999).

A incidência prematura de queda de frutos, crestamento, clorose e injúria da folha no cafeeiro são associadas à toxidez de Cl^- (FURLANI et al., 1976). Snoeck, N'Goran e Snoeck (1986), Furlani et al. (1976) e Zehler, Kreipe e Gething (1986) relacionam altos teores de Cl^- nas folhas com a redução do crescimento, necrose e desfolha. Kleinhenz (1999) estudaram também os efeitos fisiológicos e bioquímicos

do Cl^- no cafeeiro e registraram que o excesso de Cl na planta induz a mais altos níveis de putrescina e menores níveis de espermina. Não foi encontrada, na literatura, referência sobre o mesmo efeito do Cl nos frutos ou nos grãos beneficiados, mas a expectativa é de que exista uma relação importante desses efeitos na fisiologia pós-colheita capaz de afetar negativamente a qualidade e a conservação dos grãos armazenados.

Ferro

Apesar da grande quantidade de ferro (Fe) existente nos solos brasileiros, muito pouco está disponível para as culturas e, sendo assim, as deficiências não são raras em muitas regiões. O equilíbrio entre o Fe, Cu, Mn e Zn é importante, pois competem entre si no solo. Deve-se dar atenção especial ao Fe em solos com pH alto ou com alto teor de P, pois níveis excessivos de P no solo podem induzir à deficiência de Fe.

O Fe é um componente estrutural de moléculas do tipo porferina (peroxidases leghemoglobina, citocromos, hematina, ferricromo e cromo e outras). Sua deficiência interfere na síntese da clorofila. É o componente da ferredoxina, molécula envolvida na transferência de elétrons na fotossíntese. É um metal ativador da peroxidase, catalase, oxidase do citocromo, aconitase, nitrogenase e outras enzimas. O Fe não é móvel na planta e, uma vez fixado, sua deficiência causa folhas jovens cloróticas por interferir na síntese da clorofila, mantendo a cor verde nas nervuras. A deficiência de Fe no cafeeiro pode proporcionar grãos amarelos ou descoloridos, conhecidos como grãos margosos ou de cera, na Jamaica, e grãos âmbar, no Quênia (GEUS, 1973).

Zinco

O zinco (Zn) é essencial para muitos sistemas enzimáticos da planta. Controla a produção de importantes fitorreguladores que afetam o novo crescimento e o desenvolvimento das plantas.

As plantas carentes em Zn apresentam uma grande diminuição nos teores de

RNA, que resulta em uma menor síntese de proteína, comprometendo a divisão celular (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O Zn possui nítida importância na nutrição mineral do café, principalmente em relação à sua qualidade (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1985).

O efeito do Zn sobre a produtividade das lavouras é conhecido, mas são poucos os trabalhos que relacionam nutrição mineral e qualidade dos grãos de café, especialmente em relação a este micronutriente (MARTINEZ et al., 2003). As plantas suplementadas com Zn apresentaram maior porcentagem de grãos exportáveis graúdos, retidos nas peneiras 17 e 18. A porcentagem de grãos atacados por broca, que, embora pequena, foi significativamente menor nos frutos das parcelas que receberam Zn (0,65%), em relação àqueles cultivados sem fornecimento desse nutriente (1,85%). O fornecimento de Zn promoveu a elevação do teor de ácidos clorogênicos do grão, sendo uma provável razão para a não preferência do inseto por grãos com maiores teores de compostos fenólicos. A avaliação sensorial (prova de xícara) transformada em nota resultou em diferença não significativa entre os tratamentos, muito embora a nota média da bebida preparada com frutos de plantas que não receberam Zn tenha sido 60 e a dos frutos de plantas suplementadas com Zn tenha sido 72,5. A suplementação das plantas com Zn levou a um aumento significativo da concentração do elemento nos grãos, de 5,1 para 7,1 mg/kg. Em termos absolutos, a diferença foi pequena, porém, segundo Martinez et al. (2008) e Neves et al. (2008), pode ter sido suficiente para promover alterações metabólicas relevantes. Quanto à manutenção da qualidade, várias condições, incluindo a injúria mecânica dos grãos, afetam a estrutura das membranas celulares nos grãos de café, podendo modificar a composição química do grão cru, que, ao ser torrado, irá produzir compostos que alterarão o aroma e o sabor da bebida. A pesquisa concluiu que o Zn contribuiu para a manutenção da

integridade da membrana. Quanto à acidez, vale ressaltar que na prova de xícara, algumas das amostras de frutos das plantas suplementadas com Zn receberam as denominações dura cítrica e dura frutada, com maior nota final. É o que alguns provadores denominam acidez positiva, caracterizada por uma acidez cítrica, típica de cafés de bebida fina. Os dados da pesquisa chamam a atenção para a maior concentração de ácidos clorogênicos nos grãos das plantas suplementadas com Zn, com uma indicação de que o micronutriente esteja de alguma forma implicado em sua síntese, muito embora na literatura científica só haja referências à participação de Cu, Fe, boro (B) e manganês (Mn), na síntese de fenóis. O teor de ácidos clorogênicos totais nos frutos das plantas suplementadas com Zn foi significativamente superior ao observado nos grãos daquelas não suplementadas. Os ácidos clorogênicos apresentam capacidade antioxidante e podem também exercer atividades hipoglicemiantes, antiviral, hepatoprotetora e imunoprotetora nos seres humanos. Nesse sentido, pode-se afirmar que, além do papel desempenhado pelos ácidos clorogênicos no desenvolvimento do flavor do café no processo de torra, e independentemente de seu efeito na qualidade sensorial da bebida, uma maior concentração desses compostos é interessante do ponto de vista nutracêutico.

BALANÇO NUTRICIONAL DO CAFEIEIRO E QUALIDADE DA BEBIDA

Pouca importância tem sido dada ao estado nutricional do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), além da sua correlação com a produção. Mas esse estado nutricional, quando avaliado pelo Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação – Diagnose And Recommendations (DRIS) oferece interessantes correlações com os aspectos qualitativos dos grãos revelados por características ou parâmetros indicativos da qualidade dos produtos agrícolas. Esses indicativos da qualidade podem ser provas sensoriais ou atributos físicos, químicos e

enzimáticos (AMORIM, 1970). Por outro lado, estudos para o diagnóstico dos fatores nutricionais recentes que limitam a produção do cafeeiro Arábica, com o objetivo de proporcionar um manejo mais adequado e reduzir os custos de exploração foram realizados por vários autores como Nick (1998), Costa (1999) e Reis Junior et al. (2002).

Silva, Nogueira e Guimarães (2003b) obtiveram os índices DRIS do N, K, S e Cl e calcularam o Índice de Balanço Nutricional (IBN) das lavouras em diferentes regiões (Quadro 1).

A dose de 200 kg/ha de K_2O aproxima-se dos resultados propostos por Nogueira, Silva e Guimarães (2001), tanto para atingir maior produção, como melhor qualidade dos grãos procurada pelo mercado de cafés finos, avaliada pela atividade da PFO e correlacionada com a separação qualitativa pela prova sensorial (CARVALHO et al. 1994).

Com exceção da fonte KCl, em São Sebastião do Paraíso, observa-se que a qualidade do café não se beneficiou com alta produtividade, o que pode representar um axioma verdadeiro nas atividades primárias (agricultura e pecuária). A avaliação pelo sistema DRIS oferece muita segurança na avaliação da interação entre os nutrientes e nos fertilizantes com dois macronutrientes (binário): K_2SO_4 , KNO_3 ; ou com um macronutriente e outro micronutriente (também binário): KCl, desde que não haja excesso de macro ou de micronutriente em relação à demanda da planta. No caso do KCl a massa da molécula seria $39 (K^+) + 35, 5 (Cl^-) = 74,5$. O cloro ionizado representa 47,65% da massa atômica do fertilizante KCl que o Cl^- é muito lixiviável e acumula-se no solo e na planta com efeito deletério na performance da lavoura cafeeira e na qualidade da bebida (NOGUEIRA; SILVA; GUIMARÃES, 2001). Isso acontece com outras culturas também importantes para o consumo interno (abacaxi, solanáceas, etc.) e para exportação (soja e outras).

Independentemente do equilíbrio nutricional do cafeeiro, há outras reações

QUADRO 1 - Índices DRIS e IBN dos nutrientes componentes das fontes e doses de K aplicadas em dois locais

Fonte de K	Dose (kg/ha)	São Sebastião do Paraíso					Patrocínio				
		N	K	S	Cl	IBN	N	K	S	Cl	IBN
KCl	0	-0,3	0,2	-0,3	-0,8	10,1	0,5	-1,5	0,4	-3,7	12,3
	100	-0,2	0,4	0	-0,7	10,1	0,1	0,4	-0,1	-0,6	7,4
	200	0	0,5	-0,6	1,4	8,0	-0,2	0,3	-0,6	1,8	7,1
	400	-0,7	1,8	-1,4	4,0	20,0	-0,9	1,1	-1,6	8,5	18,6
K ₂ SO ₄	0	-0,1	-1,1	-0,3	-0,6	10,3	0,2	-1,4	-0,5	-0,5	9,4
	100	-0,2	1,0	-0,1	-0,4	9,2	-0,1	0,4	0	-0,2	6,0
	200	-0,4	1,2	-0,2	-0,7	9,5	0	0,2	0,1	-0,4	5,5
	400	-0,3	1,6	0,3	-1,0	11,8	-0,2	1,4	1,5	-1,2	6,0
KNO ₃	0	-0,7	-0,4	-0,4	-0,3	8,9	-0,1	-0,9	-0,1	-0,6	7,5
	100	-0,4	0	-0,4	-0,1	6,6	-0,1	0,9	0	-0,5	7,1
	200	1,2	0,3	-0,5	-0,3	6,3	1,3	0,8	-0,1	-0,5	6,1
	400	2,3	1,1	-0,3	-1,3	12,6	1,5	1,1	-0,3	-1,3	7,0

FONTE: Silva, Nogueira e Guimarães (2003b).

NOTA: DRIS - Diagnose and Recommendations (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação); IBN - Índice de Balanço Nutricional.

químicas que modificam rotas metabólicas com reflexos na qualidade da bebida. Por exemplo, a atividade da PFO é ativada pelo cobre e como seu catalisador único pode deixar de sê-lo, pela reação deste com o cloreto. Segundo Fox (1991), esta reação inibe a atividade enzimática da PFO. O excesso de cloro nas folhas do cafeeiro revelado pelos índices DRIS positivos (1,4 e 4,0; 1,8 e 8,5) relativos à fonte KCl pode ser redistribuído para os grãos de café. Além disso, pode ocorrer desnaturação de proteínas pelo efeito de alguns ânions, com suas participações diferentes na sequência: $SCN^- > ClO_4^- > I^- > Cl^- > acetato > SO_4^{2-}$ (FOX, 1991).

O efeito diferenciado dos ânions acompanhantes (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) como participantes do KCl, K_2SO_4 , KNO_3 , utilizados sem balanceamento, em doses crescentes, destaca a importância do diagnóstico DRIS, com o objetivo de avaliar mais completa e precisamente e proporcionar um manejo mais adequado da cultura (NICK, 1998; COSTA, 1999). Todavia, a complexidade do conteúdo de uma xícara de café envolve muitos fatores, alguns incontroláveis (ligados ao clima), outros controláveis, mas com ações mais abrangentes, com foco em espectro visual holístico (revitalização do solo e manejo cultural, colheita, preparo,

secagem, beneficiamento e armazenagem) (AMORIM, 1970).

Pelo DRIS, o diagnóstico do estado nutricional do cafeeiro foi consistente em avaliar a resposta à adubação potássica, utilizando-se o KCl, K_2SO_4 e KNO_3 . Em doses crescentes, mostrou-se que o excesso de nutrientes contidos nas fontes influenciaram mais acentuadamente a produção de grãos do que a qualidade estimada, por meio de uma única variável, a PFO separando também a qualidade em classes definidas pela prova sensorial (Quadro 2).

Quanto ao balanço nutricional do cafeeiro, verificado por Silva, Nogueira e Guimarães (2003b) em resposta à adubação potássica, constatou-se que a produção de grãos e a qualidade da bebida apresentaram comportamento bastante próximo do modelo teórico com relação inversa (Gráfico 5). As produções mais elevadas em Patrocínio estiveram relacionadas com os menores valores de IBN, ao contrário das produções de São Sebastião do Paraíso (Gráfico 5A). Este índice indica que quanto menor o seu valor, melhor será o estado nutricional da planta (COSTA, 1999). A mesma tendência ocorreu entre o IBN e a qualidade avaliados pela atividade da PFO (Gráfico 5B), com coeficiente de correlação linear inferior ao encontrado para produção.

Levantamento da qualidade da bebida do café, em relação ao estado nutricional dos cafeeiros, da região do Alto Jequitinhonha de Minas Gerais, por meio do DRIS, foi realizado por Farnezi et al. (2010). Estes observaram relações diretas entre a PFO, IC e AT (Quadro 3). Neste trabalho, os teores AT determinados nos grãos colhidos na região do Alto Jequitinhonha estão em torno de 8,0%; porcentagem próxima das encontradas por Chagas, Carvalho e Costa (1996), para cafés de melhor qualidade de bebida. Os açúcares podem contribuir para o sabor e o aroma do café, sendo que cafés de melhor qualidade possuem maiores teores de AT (CHAGAS; CARVALHO; COSTA, 1996; SILVA, 1999).

O DRIS determina a sequência de limitação nutricional, que permite a classificação dos elementos em ordem de importância para produção e para qualidade da bebida do café. Os índices DRIS foram obtidos de uma norma com população de referência de alta produtividade e qualidade de bebida acima de dura, fornecendo, ao mesmo tempo, uma indicação da intensidade de exigência de determinado elemento. A partir dessa inferência e pela observação no Quadro 2, pode-se verificar que o Mn, Fe, Ca, P, S e B foram os nutrientes mais limitantes por deficiência (índice negati-

QUADRO 2 - Produtividade, qualidade da bebida avaliada pela atividade da PFO, frequência de lavouras que apresentaram qualidade da bebida, avaliada pela PFO (frequência), teores foliares médios, índices DRIS e IBNm de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha, MG

Produtividade (saca/ha)	PFO		Frequência (%)	TF + ID	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBNm
	Bebida	U/g			dag/kg						mg/kg					
Baixa																
24,03	Riada e rio	53,36	15	TF	3,11	0,20	1,83	1,49	0,45	0,12	85,31	53,03	192,28	193,31	11,25	6,35
				ID	7,93	-3,60	3,96	0,91	7,06	-2,79	-2,01	4,70	-7,75	-9,10	20,05	
15,15	Dura	60,35	21	TF	2,60	0,19	1,65	1,13	0,36	0,16	85,65	41,80	213,22	198,04	9,88	6,21
				ID	4,58	-3,05	2,06	-6,10	1,25	4,95	2,80	0,64	-13,35	-4,24	25,31	
14,06	Apenas mole e mole	64,80	8	TF	2,82	0,18	1,60	1,04	0,36	0,12	94,90	66,20	200,33	149,75	10,58	6,96
				ID	7,70	-3,23	2,33	-8,97	1,69	-0,05	5,60	10,40	2,60	-7,08	26,94	
17,73	Estritamente mole	69,14	4	TF	3,03	0,25	2,32	1,25	0,39	0,08	58,55	41,20	156,45	205,30	6,05	13,07
				ID	13,92	4,91	19,63	0,37	8,08	-11,32	-11,32	5,04	-31,51	-17,77	19,94	
Alta																
64,78	Riada e rio	51,33	4	TF	2,41	0,19	1,86	1,12	0,27	0,12	83,65	52,10	173,50	508,85	20,95	4,65
				ID	0,18	-4,17	3,11	-6,94	-6,88	-0,01	0,96	5,31	-12,66	6,28	4,62	
51,64	Dura	59,38	23	TF	2,61	0,20	1,73	1,44	0,37	0,15	93,42	55,59	274,04	319,08	21,34	4,04
				ID	0,65	-5,24	-0,65	-2,18	-1,16	1,67	0,60	3,50	14,83	-0,38	13,60	
47,08	Apenas mole e mole	65,37	12	TF	2,47	0,30	1,81	1,42	0,41	0,20	88,10	49,05	244,33	363,35	16,90	4,69
				ID	-1,71	1,84	-0,49	-3,09	-0,02	5,51	-1,93	2,50	18,19	-1,56	14,76	
62,56	Estritamente mole	68,97	13	TF	2,63	0,27	1,64	1,58	0,37	0,11	90,11	46,50	189,66	313,28	26,02	1,97
				ID	0,77	-0,82	-2,76	1,37	0,01	-3,50	0,87	1,86	4,84	-0,58	4,28	

FONTE: Farnezi et al. (2010).

NOTA: IBNm - Índice de Balanço Nutricional médio; DRIS - Diagnose And Recommendation (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação); PFO - Polifenoloxidase; TF - Teores foliares médios; ID - DRIS.

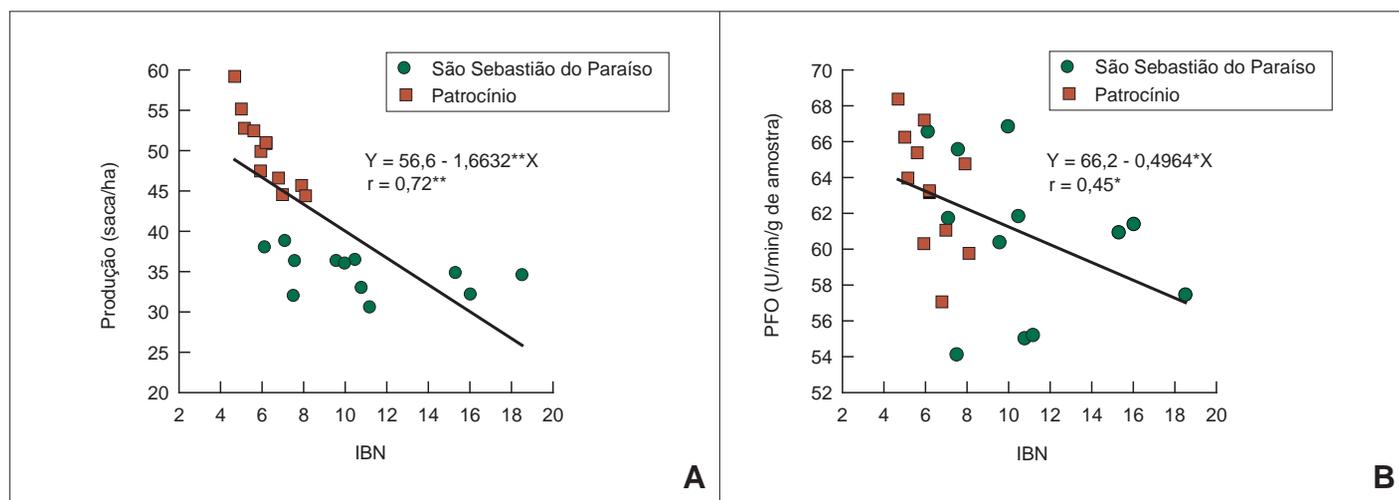


Figura 5 - Correlação linear simples entre IBN com a produção (A) e atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) de grãos de café (B)
 FONTE: Silva, Nogueira e Guimarães (2003b).

NOTA: * e ** significativo a 5% e 1% pelo teste de t, respectivamente.

IBN - Índice de Balanço Nutricional.

QUADRO 3 - Classificação da bebida, frequência de ocorrência, PFO, ATT, IC e AT dos grãos de café da região do Alto Jequitinhonha, MG

Classificação da bebida	Frequência de ocorrência (%)	PFO	ATT	IC	AT
Riada e rio	19	52,95 d	208 a	0,929 a	6,8 d
Dura	44	59,84 c	194 a	0,978 a	7,6 c
Apenas mole e mole	16	65,08 b	187 a	1,058 a	8,2 b
Estritamente mole	21	69,00 a	185 a	1,083 a	8,7 a
Média		61,72	194	1,012	7,8
CV (%)		9,1	17,9	21,3	8,8

FONTE: Farnezi et al. (2010).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

PFO - Atividade enzimática da polifenoloxidase (U/min/g de amostra); ATT - Acidez titulável total (mL NaOH 0,1 N/100g); IC - Índice de coloração (DO 435 nm); AT - Açúcares totais (%); CV - Coeficiente de variação.

vo), nesta ordem, enquanto, os nutrientes Zn, Cu, N, K e Mg foram os que mais limitaram por excesso (índice positivo) na produtividade de grãos e qualidade da bebida do café.

Pela observação dos índices DRIS (Quadro 2), pode-se inferir com maior precisão que, na medida em que aumentaram a produtividade e a qualidade da bebida do café, mais próximos de zero ficaram os índices, ou seja, as lavouras que se apresentaram mais produtivas e com melhor qualidade da bebida do café estão mais equilibradas nutricionalmente.

Estes resultados de pesquisa confirmam que a nutrição equilibrada das plantas proporciona maior produtividade, podendo

também obter melhor qualidade do produto final colhido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para obter uma visão holística em um contexto global sobre a nutrição do cafeeiro e a qualidade do produto final, ou seja, a bebida do café, é necessário que sejam realizados estudos multidisciplinares que envolvam grupos de pesquisa das áreas de nutrição e qualidade. Somente associando-se ambas as disciplinas pode-se identificar com mais precisão a importância da nutrição de plantas na qualidade do produto final colhido.

Os elementos minerais, utilizados como nutrientes pelas plantas, mantêm a

produção e a qualidade do produto. O uso e o manejo dos nutrientes, de forma equilibrada, demonstram ser uma alternativa válida e eficiente na qualidade do produto. Há, contudo, a necessidade de desenvolver mais pesquisas, sobretudo com a cultura do cafeeiro, procurando conhecer suas exigências nutricionais, bem como a qualidade do produto em diferentes níveis, fontes e combinações de nutrientes.

Sugerem-se trabalhos interdisciplinares que abordem todos os ensaios e pesquisas em fertilidade do solo e nutrição do cafeeiro, nos quais se estudam os nutrientes, suas doses, as fontes, os modos de aplicação, etc., e que seja também avaliada

a qualidade do café. O conhecimento e a obtenção de plantas bem nutridas com teores de nutrientes equilibrados podem proporcionar a garantia de um produto de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, H.V. Nutritional status of the coffee plant and beverage quality. **Indian Coffee**, v. 32, p. 331-335, 1970.
- _____. et al. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro - XVII: efeito da adubação NPK na composição química do solo, do fruto e na qualidade da bebida. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.22, p.139-152, 1965.
- _____. et al. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro - XVII: efeito da adubação de N, P e K no teor de macro e micronutrientes do fruto e na qualidade da bebida café. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.30, p.323-333, 1973.
- ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZÁBAL, G. Relación entre la actividad de la polifenoloxidase (PFO) y las pruebas de catación como medidas de la calidad de la bebida del café. **Cenicafé**, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, abr./jun.1975.
- BLORE, T.W.D. Some agronomic practices affecting the quality of Kenya coffee. **Turrialba**, San José, v.15, n.2, p.111-118, abr./jun. 1965.
- CARVALHO, V.D. de et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café – I: atividades de polifenoloxidase e peroxidase, índice de coloração e acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.
- CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D.; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.8, p.555-561, ago. 1996.
- CHALFOUN, S.M.S. **O café (Coffea arabica L.) na Região Sul de Minas Gerais**: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos. 1996. 171p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Lavras, Lavras, 1996.
- CIRILO, M. P. G. **Influência da adubação potássica nos teores de aminos bioativas em café**. 2001. 100 p. (Tese de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- COSTA, A.N. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em cafeeiros Conilon (*Coffea Canephora*) e arábica (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1999.
- DART, S.K.; NURSTEN, H.E. Chemistry. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, 1985. v.1.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL: FAEPE, 1994. 227p. Apostila do Curso de Especialização em Solos e Meio Ambiente.
- FARNEZI, M.M. de M. et al. Levantamento da qualidade da bebida do café e avaliação do estado nutricional dos cafeeiros do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais, através do DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.5, p.1191-1198, set./out. 2010.
- FLAMEN, I. Coffee, cocoa and tea. **Food Reviews International**, v.5, n.3, p.317-414, 1989.
- FOX, P.F. **Food enzymology**. London: Elsevier Applied Science, 1991. 378p.
- FURLANI, A.M.C. et al. Efeitos da aplicação de cloreto e sulfato de potássio na nutrição do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v.35, n.2, p.349-364, jul.1976.
- GEUS, J.C. Groundnuts or peanuts fertilizer for the tropics and subtropics. In: _____. **Fertilizer guide for the tropics and subtropics**. 2.ed. Zurich: Centre d'Etude de L'Azote, 1973. p.363-373.
- GOUNY, P. Observaciones sobre el comportamiento del vegetal en presencia de ions de cloro. **Revista de la Potassa**, Berna, v. 45, n. 5, p. 1-14, 1973.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro, 1985. 580p.
- KLEINHENZ, V. **Sulfur and chloride in the soil-plant system**. Queensland: Central Queensland University, 1999. 99p.
- MALAVOLTA, E. (Coord.). **Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico – IV: café**. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio, 1986a. 41p. (SN Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio. Boletim Técnico, 4).
- _____. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215p.
- _____. **História do café no Brasil**: agronomia, agricultura e comercialização. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. 464p.
- _____. **Manual de química agrícola**: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- _____. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986b. p.136-274.
- _____. VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MALTA, M.R.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1246-1252, nov./dez. 2003.
- _____. et al. Avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) fertilizado com diferentes fontes e doses de potássio. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n.5, p.9-14, 2002. Especial café.
- MARTINEZ, H.E.P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.6, p.703-713, jun. 2003.
- _____. Suprimento de zinco, produção e qualidade do grão de café. In: SIMPÓSIO IBÉRICO SOBRE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS, 12., 2008, Granada. **Libro de resúmenes...** Granada: Universidad de Granada, 2008. p.129.
- MENGEL, K.; KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Berna: Internacional Potash Institute. 1987. 687p.
- NEVES, Y.P. et al. Produção, tamanho de grãos e conteúdo foliar de cafeeiros submetidos à injeção de comprimidos em troncos e pulverizações com sulfato de zinco. In: SIMPÓSIO IBÉRICO SOBRE NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS, 12., 2008,

Granada. **Libro de resúmenes...** Granada: Universidad de Granada, 2008. p.97.

NICK, J.A. **DRIS para cafeeiros podados.** 1998. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.

NOGUEIRA, F.D.; SILVA, E.B. de; GUIMARÃES, P.T.G. **Adubação potássica do cafeeiro:** sulfato de potássio. Washington: SOPIB, 2001. 81p.

_____. et al. **Avaliação da adubação potássica por análise física e química dos grãos de café beneficiados.** Lavras: EPAMIG-CTSM, 1998. 2p. (EPAMIG-CTSM. Circular Técnica, 88).

NORTHMORE, J.M. Raw bean colours and the quality of Kenya Arabica coffee. **Turrialba**, San José, v.18, n.1, p.14-20, enero/marzo 1968.

POZZA, A.A.A. et al. Fertilizantes nitrogenados com reação alcalina e acidificante na produção e qualidade do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRA-

SIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2003. p. 418-419.

REIS JUNIOR, R.A. et al. Diagnose nutricional de cafeeiros da Região Sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, n.3, p.801-808, 2002.

SILVA, E. de B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas.** 1999. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

_____; NOGUEIRA, F.D. GUIMARÃES, P.T.G. Produção, qualidade dos grãos e balanço nutricional do cafeeiro submetido a adubação potássica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **[Anais]...** Solos: alicerce dos sistemas de produção. Botucatu: UNESP, 2003a. 1 CD-ROM

_____; _____. Qualidade de grãos de café beneficiados em resposta à adubação potássica. **Scientia**

Agrícola, Piracicaba, v.59, n.1, p.173-179, jan./mar. 2002.

_____; _____. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 247-255, mar./abr. 2003b.

_____. et al. Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.335-345, mar. 1999.

SNOECK, D.; N'GORAN, K.; SNOECK, J. Étude des formes de potassium sur chimisme foliare des caféiers robuste en Cote d'Ivoire : influence du chlore. **Café Cacao Thé**, Paris, v. 30, n. 1, p. 37-50, janv./mars. 1986.

ZEHLER, E.; KREIPE, H.; GETHING, P.A. **Sulfato de potássio e cloreto de potássio:** sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas. Campinas: Fundação Cargil, 1986. 111p.

Multiplique o melhor da
NATUREZA

Dê o **MELHOR** para sua plantação e garanta uma **SAFRA DE QUALIDADE** do começo ao fim.

Mathury 1 litro
Vitan 1 litro
Fulland 1 litro
Stayflex 1 litro
Sturdy 1 litro
Vitaphol 2 quilos
SM Café
Sudbeste
www.sudoeste.ind.br

Evolução da mecanização na cafeicultura

*Fabio Moreira da Silva¹
Gladyston Rodrigues Carvalho²*

Resumo - Em 1997, com o surgimento do programa de pesquisas do Consórcio Pesquisa Café, foram levantadas as demandas prioritárias da cafeicultura, e destacada a colheita como gargalo número um do processo produtivo. O parque cafeeiro em produção no Sul de Minas é da ordem de 500 mil hectares, com produção que chega a 12 milhões de sacas. Somente a colheita do café mobiliza, aproximadamente, 310 mil trabalhadores, isto é, mão de obra temporária e não disponível na região. O custo dessa mão de obra temporária para a colheita, nas duas últimas safras (2009 e 2010), foi no mínimo de R\$ 35,00 a diária líquida, que, com encargos sociais, chega a R\$ 50,00, resultando em R\$ 10,00 o custo médio da medida colhida. Para uma lavoura de 30 sacas beneficiadas/hectare, com 240 medidas/hectare de café, o desempenho da dupla de apanhadores com derriçadoras portáteis é de 20 medidas/dia, com custo da colheita semimecanizada de R\$ 1.689,00/ha, ou parcial de R\$ 7,00/medida, com redução da ordem de 30% em relação à colheita manual. Para a mesma lavoura, colhida com colhedora, seriam gastas 4 h/ha, colhendo-se em torno de 75% da carga pendente, ao custo operacional de R\$ 440,00/ha, com o repasse manual totalizariam R\$ 1.280,00/ha, ou o valor parcial de R\$ 5,30/medida, com redução em relação à colheita manual de 47%. Outro grande avanço na colheita mecanizada e seletiva é colher o máximo de frutos cereja, fazendo duas passadas da colhedora, retirando até 97% da carga pendente, com possibilidade de colher de 40% a 60% de cereja. A evolução tecnológica não fica restrita à colheita. Mudanças no processo de plantio, cultivo, tratamento fitossanitário, poda, adubação, etc. são operações nas quais a mecanização vem avançando sobre um cenário crescente de demanda, em que o cafeicultor assume o papel de gestor de operações agrícolas.

Palavras-chave: Café. Cafeicultura. Colheita. Mão de obra. Custo.

INTRODUÇÃO

Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil, com mais de 50% da produção nacional. O Brasil, por sua vez, é o maior produtor mundial com cerca de 43 milhões de sacas (mais de 30% da produção mundial). Assim, há grande interesse nos cafés de Minas Gerais, que são produzidos em 80 mil propriedades rurais de 682 municípios, gerando 1,6 milhão de empregos diretos e indiretos. Tradicionalmente, os

cafés de Minas são de boa qualidade e são produzidos de forma convencional. Porém, é possível melhorar essa qualidade e, conseqüentemente, agregar valor ao produto com a implementação de técnicas de manejo, de colheita e de preparo do café, que culminam com a mudança do processo produtivo, atendendo aos mercados interno e externo, que se tornam mais exigentes. O marco inicial desta mudança do processo produtivo do café teve início em 1996, com os primeiros trabalhos finan-

ciados pelo CNPq, por meio do programa BIOEX-Café.

Em 1997, com o surgimento do programa de pesquisas do Consórcio Pesquisa Café, foram levantadas as demandas prioritárias junto aos produtores para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias, sendo destacada a colheita como gargalo número um do processo produtivo. Nesse mesmo ano, no mês de maio, com base em resultados aplicados de pesquisas, que possibilitaram transferência de tecnologia

¹Eng^o Agrícola, Dr., Prof. UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: famsilva@ufla.br

²Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho@epamig.ufla.br

aos produtores, foi realizado um Dia de Campo, na Fazenda Beleza, município de Santana da Vargem, MG, organizado pela Ufla e a União Cooperativa Agropecuária do Sul de Minas (Unicoop). Houve demonstração do desempenho operacional de máquinas para as diversas operações de colheita como arruação, derriça, abanação e até mesmo de uma colhedora automotriz. Em 1998, foi criada a Expocafé, com o propósito de levar aos produtores as inovações tecnológicas de aplicação imediata e acessíveis aos diversos segmentos de produtores, que se tornou o maior evento tecnológico do agronegócio café do País, atualmente coordenado pela EPAMIG.

O parque cafeeiro em produção no Sul de Minas é da ordem de 500 mil hectares, com produção, em 2008, de 12 milhões de sacas. Em média, são empregados 60 mil trabalhadores, ao longo do ano para as operações de cultivo, dos quais 44% enquadram-se na agricultura familiar, 36% são contratados permanentes e 20% temporários. Somente a colheita do café, que se processa em um período de três meses ou 75 dias úteis, mobiliza, aproximadamente, 310 mil trabalhadores, isto é, mão de obra temporária e não disponível na região, sendo necessário complementar com trabalhadores de outras regiões.

SISTEMA DE COLHEITA

A forma como as operações são realizadas nas unidades de produção, manual ou mecanicamente, é que caracteriza o sistema de colheita:

- a) manual: é o sistema que pode ser considerado convencional por ser o mais utilizado, onde as diversas operações da colheita são realizadas a partir de trabalho braçal, demandando muita mão de obra;
- b) semimecanizado: consiste na utilização associada de trabalho braçal e de máquinas para as operações de colheita. Este sistema varia muito, podendo ter uma ou quase todas as operações realizadas com o auxílio de máquinas. É um sistema que

tende a crescer, visando atender pequenos e médios produtores;

- c) mecanizado: neste sistema considera-se o uso das colhedoras que realizam, simultaneamente, as operações de derriça, recolhimento, abanação e ensaque ou armazenamento a granel do café colhido, sendo um sistema que se limita às propriedades com topografia favorável. Apesar deste sistema ser chamado mecanizado, não dispensa totalmente o uso de mão de obra, pois as colhedoras não colhem 100% dos frutos das plantas e apresentam significativas perdas de colheita, necessitando da operação manual de repasse e recolhimento do café caído no chão;
- d) supermecanizado: este sistema surgiu no ano 2000 e consta de todas as operações da colheita feitas mecanicamente. Inicia-se com a arruação mecanizada, seguida de duas passadas da colhedora na lavoura, fazendo colheita seletiva e dispensando a operação de repasse, finaliza-se com a varrição e o recolhimento mecânico do café caído no chão. Este sistema também tem aplicação limitada, depende de boa topografia e elevado investimento inicial com máquinas.

A tendência que se verifica em regiões onde predominam pequenas e médias propriedades é uma expansão do sistema semimecanizado para as operações de derriça e abanação, com o emprego equilibrado de mão de obra e máquinas, atendendo em especial à agricultura familiar. Em regiões com topografia mais plana e em propriedades maiores, o sistema mecanizado tem apresentado forte expansão.

Vários fatores devem ser observados ao optar-se por um desses sistemas de colheita, como topografia, espaçamento de plantio e área cultivada. Porém, alguns parâmetros são fundamentais para balizar esta decisão, como o desempenho médio e os custos do serviço braçal e da operação mecanizada.

DESEMPENHO OPERACIONAL DA MÃO DE OBRA

Com relação ao serviço braçal para as operações de colheita manual, a avaliação do tempo médio do serviço realizado por turmas de apanhadores, levando em conta começo, meio e fim de safra, para uma jornada diária de trabalho de 8 horas, e medidas volumétricas de 60 L, é a seguinte:

- a) tempo de derriça: 56 min/medida = 72,7%;
- b) tempo de varrição: 9 min/medida = 11,7%;
- c) tempo de abanação: 12 min/medida = 15,6%;
- d) tempo médio total: 77 min/medida = 100%;

Mediante esses tempos operacionais, têm-se os seguintes desempenhos:

- a) operação de derriça: 7 medidas/Homem/dia;
- b) operação de derriça e varrição: 6 medidas/Homem/dia;
- c) operação de derriça, varrição e abanação: 5 medidas/Homem/dia.

É importante ressaltar que a forma de quantificar o desempenho do serviço braçal nas operações de colheita, tradicionalmente, é contabilizada por medidas padronizadas por região. No Sul de Minas, o padrão usual da medida é de 60 L, porém algumas localidades da Zona da Mata e Sul da Bahia usam a lata de 20 L e, no Norte de Minas, medidas de até 80 L.

Por sua vez, o custo da mão de obra temporária para a colheita, nas duas últimas safras (2009 e 2010), foi no mínimo de R\$ 35,00 a diária líquida, que com encargos sociais chega a R\$ 50,00. Para o desempenho médio do serviço braçal de cinco medidas/homem/dia, o custo médio foi de R\$ 10,00/medida.

Custo máquina

Para a análise do custo horário das máquinas utilizadas nas operações de colheita, foram considerados os custos

fixos e variáveis, conforme metodologia proposta por Balastreire (1987), com as denominações seguintes:

Custo fixo

Custo fixo (CF) são os custos de longo prazo que não variam com a intensidade de uso da máquina, como depreciação e juros sobre o capital investido, além dos custos de seguro e alojamento do equipamento.

Depreciação

A depreciação (D) representa o rateio do custo inicial, pelo tempo de depreciação, descontando o valor de sucata (termo não apropriado), pois na atividade cafeeira as operações não são tão pesadas e, na maioria dos casos, as máquinas não terminam em estado de sucata, após a depreciação. Teoricamente, o valor mínimo considerado de sucata é 10% do valor inicial.

$$D = \frac{(Vi - S)}{T}$$

em que:

Vi = valor inicial de aquisição (R\$);

S = valor de sucata (R\$);

T = tempo total para depreciação (h).

Juros (J)

A taxa de juros (i) é o valor de remuneração do capital empregado na compra da máquina. Se o capital de aquisição é próprio, os juros devem seguir no mínimo a taxa da poupança, se o capital é financiado, segue a taxa de financiamento, a exemplo – Financiamento de Máquinas e Equipamentos (Finame) –, taxa de 4,5% a.a. – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

$$J = \frac{(Vm \cdot i)}{t} \quad e \quad Vm = \frac{(Vi + S)}{2}$$

em que:

Vm = valor médio (R\$);

t = horas de trabalho anual (h);

i = taxa de juros (decimal).

Taxa de seguro

A taxa de seguro (TS) tem variado de 0,75% a 2,0% do custo inicial ao ano (expresso em valor decimal), dependendo do modelo da máquina.

$$TS = \frac{Vi (0,0075 \text{ a } 0,02)}{t}$$

Custo variável

Os custos variáveis (CV) são os de curto prazo e aqueles influenciados pelo uso da máquina, como gastos com combustíveis, lubrificantes, manutenção preventiva e corretiva e, ainda, mão de obra para a operação da máquina.

Combustível

O custo com combustível (C) é variável em função do consumo horário, que, por sua vez, depende da potência operacional demandada. O consumo horário é fácil de ser determinado na prática.

Lubrificante

O custo com lubrificantes (L) pode ser calculado em função do consumo de combustível, variando de 8% a 20%. Para o trator cafeeiro foi considerado 8,4% de acordo com Figueiredo (2007), para a abanadora 10%, para a colhedora tracionada ou automotriz 20%, e para a derriçadora portátil 20%, por conta do óleo dois tempos, misturado à gasolina.

$$L = 8\% \text{ a } 20\% \cdot C$$

Manutenção

O custo horário com manutenção (M) preventiva é fácil de ser computado, tratando dos gastos com componentes trocados

a intervalos regulares, como filtros de ar, de óleo lubrificante e de combustível, correias, óleo hidráulico, etc. Contudo os custos com manutenção corretiva são mais difíceis de ser quantificados, pois dependem do histórico de quebras da máquina. Como referência, o custo com manutenção pode variar de 50% a 100% do custo inicial. Para tratores cafeeiros e colhedoras podem-se adotar 50%.

$$M = 0,5 \cdot \frac{Vi}{t}$$

Mão de obra

O salário do operador, bem como outros benefícios e encargos sociais, referentes à mão de obra (Mo), deve ser computado no cálculo do custo operacional das máquinas. Os encargos sociais somam mensalmente 11% de INSS; 8% para o FGTS; 2,7% para outras contribuições; 1/12 de décimo terceiro; 1/2 de férias; 1/3 sobre 1/12 de abono de férias e pode-se incluir 40% sobre o FGTS, referentes à rescisão contratual, totalizando 43% sobre o salário base. O número de salários mínimos (n) segue os praticados regionalmente, sendo, em média, de 1 salário para serviços de apoio; 1,5 salário para operadores de trator e 2 salários para o operador de colhedora automotriz. O Quadro 1 apresenta os valores do custo/hora, para algumas máquinas.

$$Mo = \frac{(n \cdot SM \cdot ES)}{d \cdot jd}$$

em que:

n = número de salários mínimos;

SM = valor mensal do salário mínimo (R\$);

ES = encargos sociais (decimal);

d = dias de trabalho mensal (dias);

jd = jornada de trabalho diário (h).

QUADRO 1 - Composição do custo/hora de máquinas para a cafeicultura - 2010

Máquina	Vi (R\$)	T (h)	t (h)	CF (R\$)	CV (R\$)	Custo (R\$/hora)
Derriçadora portátil	1.800,00	1.000	400	1,80	1,50	3,30
Abanadora	9.600,00	3.000	700	3,20	1,90	5,10
Varredora enleiradora	30.000,00	5.000	800	6,30	4,00	10,30
Trator cafeeiro 75 cv	78.000,00	10.000	1.000	10,00	28,00	38,00
Recolhedora pneumática	130.000,00	8.000	800	24,40	8,50	32,90
Colhedora tracionada	275.000,00	8.000	800	35,70	20,10	55,80
Colhedora automotriz	475.000,00	10.000	1000	61,80	48,20	110,00

FONTE: Silva, Carvalho e Silva (2010).

NOTA: Vi - Valor inicial de aquisição; T - Tempo total para depreciação; t - Horas de trabalho anual; CF - Custo fixo; CV - Custo variável.

COLHEITA SEMIMECANIZADA

Na colheita semimecanizada, a derriça é feita com o auxílio das derriçadoras portáteis, manejadas manualmente e acionadas por motores laterais ou costais (Fig. 1), que fazem vibrar as varetas em sua extremidade, promovendo a derriça dos frutos. A exemplo, o Grupo Monte Alegre em Alfenas, MG, tem trabalhado com duplas de apanhadores, colhendo semimecanicamente lavouras velhas e altas da variedade Mundo Novo, alcançando desempenho operacional de 1.000 a 1.200 L/dia.

Com a derriçadora portátil, um homem chega a derriçar de 20 a 30 medidas/dia, que, divididas pela dupla, resultam na média de 10 a 15 medidas/homem/dia, considerando medidas volumétricas de 60 L.

Com base no desempenho médio da mão de obra e do valor da diária paga, pode-se calcular o custo operacional. Assim, para uma lavoura com média de 30 sacas/hectare de café beneficiado, o volume médio de café em coco a ser colhido é de 240 medidas/hectare, que requer serviço de 48 homens/hectare. Para a menor diária líquida na safra de 2010 de R\$ 35,00 ou

R\$ 50,00/dia com encargos, o custo de colheita manual foi de R\$ 2.400,00/ha, ou R\$ 10,00/medida.

Para a colheita no sistema semimecanizado, a operação de campo normalmente é feita por duplas, sendo um homem na derriçadora e outro no repasse e levantamento do café derriçado sobre panos ou chão. O repasse é a operação manual que retira o restante dos frutos na planta, após a derriça mecanizada, já que as derriçadoras não retiram 100% dos frutos. O levantamento e abanação trata-se do recolhimento e limpeza do café derriçado. A exemplo da mesma lavoura, com 240 medidas/hectare de café a serem colhidas, o desempenho mínimo operacional da dupla de trabalho é de 20 medidas/dia, dessa forma o tempo requerido de colheita é de 12 dias/hectare.

Com o custo/hora da derriçadora de R\$ 3,30/hora ou diário de R\$ 26,40, para jornada de 8 horas e com o custo da mão de obra na colheita semimecanizada calculada sobre a diária líquida de R\$ 40,00, considerando melhor remuneração ao homem, que acrescida dos encargos chega à diária bruta de R\$ 57,20, tem-se o custo diário da dupla mais a derriçadora de R\$ 140,80/dia, resultando, para o período de 12 dias, o custo final da colheita semimecanizada de R\$ 1.689,00/ha, ou parcial de R\$ 7,00/medida, com redução de custo de 30% em relação à colheita manual.

Na região do Sul de Minas, muitos produtores estão adotando a colheita no sistema semimecanizado, adquirindo as derriçadoras portáteis e treinando a mão de obra permanente de suas propriedades. Outra forma que se tem verificado é a prestação de serviços com derriçadoras portáteis por terceiros, mas neste caso o valor cobrado pela medida colhida é praticamente o mesmo da colheita manual, o que reduz pouco o custo de colheita para o produtor, com menor número de apanhadores, além do transporte, alimentação etc.

Ainda na colheita semimecanizada pode-se associar a abanação mecanizada na lavoura com abanadoras acionadas por tratores de baixa potência (15cv) que



Figura 1 - Derriçadoras portáteis

FONTE: Silva, Carvalho e Silva (2010).

abnam em média 50 medidas/hora, com redução de custo em torno de 50% em relação à abanação manual.

A colheita semimecanizada do café é atualmente uma alternativa viável e possível de ser implantada na maioria das lavouras cafeeiras, independentemente do tamanho ou desenvolvimento tecnológico da propriedade, associando mão de obra com máquinas de baixo custo inicial, acessível ao pequeno e médio produtor, sendo uma realidade técnica e economicamente viável e socialmente equilibrada para as regiões produtoras, com aumento do desempenho operacional, suprimindo a falta de pessoal na época da colheita, valorizando o trabalhador rural com qualificação profissional e melhor remuneração, além de possibilitar à cafeicultura familiar, maior margem de renda e sustentabilidade do processo produtivo.

COLHEITA MECANIZADA

Para os médios e grandes produtores, o sistema mecanizado de colheita tem sido largamente adotado, utilizando-se colhedoras automotrizes ou tracionadas por tratores, que resultam em elevado desempenho operacional com significativa redução de custos. Trabalhos desenvolvidos por Silva (2004) demonstraram que as colhedoras colhem, em média, 55 medidas de café por hora em lavouras típicas do Sul de Minas, chegando a colher mais de 80 medidas/hora em lavouras mais apropriadas, plantadas em renque (0,5 a 1,0 m entre plantas) com topografias mais favoráveis.

Para as colhedoras automotrizes (Fig. 2), com valor médio de aquisição da ordem de R\$ 475.000,00, o custo hora é de R\$ 110,00/hora.

Considerando a mesma lavoura com produção média de 30 sacas/hectare de café beneficiado, com volume médio de 240 medidas de 60 L de café em coco a ser colhido por hectare, a operação mecanizada necessitaria de, no máximo, 4 horas/hectare, colhendo-se efetivamente em torno de 75% da carga pendente, o que representa um volume de 180 medidas colhidas ao

custo operacional de R\$ 440,00/ha, com custo parcial da medida colhida de R\$ 2,44. Contudo, é preciso considerar o custo da operação de repasse manual para colher os frutos restantes com os que caíram no chão no ato da colheita, da ordem de 60 medidas/hectare, a um custo de R\$ 14,00/medida (valor médio praticado nas safras 2009 e 2010, já inclusos encargos sociais), resultando em R\$ 840,00/ha o custo do repasse manual. Isso eleva o custo final da colheita no sistema mecanizado para R\$ 1.280,00/ha, o que corresponde ao valor parcial de R\$ 5,30/medida, com redução de custo em relação à colheita no manual da ordem de 47%. Mesmo para os produtores que não dispõem da colhedora e fizeram a colheita com máquina alugada ao valor de R\$ 200,00/hora, o custo da medida parcial foi de R\$ 6,80, com redução de 32% em relação à colheita manual, sem considerar ainda benefícios indiretos, como fazer a colheita antecipada e mais rápida, desocupando a planta mais cedo para o enfolhamento e crescimento de ramos para a próxima safra. De fato, o desempenho operacional das colhedoras pode chegar a 80% - 90% da carga pendente. Contudo, 10% a 20% dos frutos derriçados não recolhidos são

contabilizados como perdas de chão, os quais serão levantados posteriormente com o café de repasse.

COLHEITA MECANIZADA E SELETIVA

Na colheita mecanizada, uma das dificuldades encontradas pelos produtores é determinar o momento adequado de iniciar a colheita, bem como determinar a vibração e a velocidade operacional mais adequada. O maior tempo ou intensidade de vibração aplicada ao cafeeiro influencia diretamente o volume de frutos colhidos, mas também pode aumentar significativamente a desfolha, as lesões causadas nas plantas e a porcentagem de frutos verdes colhidos. De modo geral, a regulação da vibração e da velocidade operacional das colhedoras tem sido feita de modo empírico, por tentativas, buscando o maior desempenho operacional.

Para colher maior porcentagem de frutos cereja, é necessário ajustar a velocidade e a vibração da colhedora, deixando a maioria dos frutos verdes na planta, o que é feito variando a vibração de 650 a 950 ciclos/minuto, conforme Silva et al. (2002). Para Souza et al. (2005), o número



Figura 2 - Colhedora automotriz

de ciclos necessário ao desprendimento dos frutos é proporcional ao tempo de desprendimento, sendo que o estágio de maturação influencia este parâmetro. Dessa forma, para diminuir o desprendimento dos frutos verdes deve-se aumentar a velocidade operacional, diminuindo, assim, o tempo de vibração. Esta prática caracteriza a colheita mecanizada.

Muitos produtores já estão adotando a colheita mecanizada com duas passadas da colhedora, buscando colher seletivamente maior volume de café no estágio cereja, eliminando a operação de repasse manual. As dificuldades que esses produtores estão encontrando resumem-se em determinar o momento de iniciar a colheita e ajustar a regulagem da colhedora para obter o desejado desempenho operacional. Mediante estas questões Silva, Carvalho e Silva (2010) propõem um critério simples e prático para orientar a regulagem das colhedoras, denominado índice de regulagem.

Este índice fundamenta-se nos parâmetros vibração e velocidade operacional, partindo do princípio que o processo de desprendimento dos frutos de café ocorre mediante a ação de varetas vibratórias que adentram a copa dos cafeeiros, levando os frutos a desprenderem-se pelo seu impacto direto ou simplesmente pela ação da vibração sobre os ramos das plantas. Assim, o volume de café derriçado é diretamente proporcional à intensidade de vibração empregada. Por outro lado, a velocidade operacional é que determina o tempo de exposição dos cafeeiros ao processo de vibração, dessa forma fica definido o índice de regulagem, como a seguir:

$$I = \text{Vibração} / \text{Velocidade}$$

em que:

I - índice de regulagem;

Vibração das varetas – ciclo/minuto;

Velocidade operacional – metro/hora;

O exemplo pode ser aplicado, considerando uma colhedora que opera com vibração de 850 ciclos/min, em velocidade de 1 mil metro/hora.

$$I = 850 / 1.000 \rightarrow I = 0,85$$

Observa-se que as unidades de tempo da vibração e velocidade não são compatíveis e nenhum coeficiente de correção é considerado, o que teoricamente é incorreto, contudo não invalida o princípio fundamental do referido índice, que corresponde ao número de impactos que a copa do cafeeiro recebe das varetas por metro de deslocamento da colhedora. Nenhuma correção foi proposta, justamente para atingir o objetivo maior de definir um método prático, fácil de ser calculado e aplicado em campo, respeitando o linguajar coloquial do pessoal de campo. Assim, com a determinação do índice, seguem-se as seguintes recomendações que norteiam a regulagem das colhedoras:

- o índice deve estar entre 0,5 e 1,0, valores abaixo e sobretudo acima destes, demonstram uma regulagem inadequada;
- índice entre 0,5 e 0,7 é indicativo de regulagem para colheita seletiva;
- índice entre 0,8 e 1,0 é indicativo de regulagem para colheita plena.

Na colheita plena ou total o objetivo é retirar o máximo de frutos em uma única passada da colhedora, com eficiência média de colheita de 75% e de derriça de 85% da carga pendente, restando 15% na planta e 10% no chão. Para a colheita mais tardia é possível conseguir praticamente a derriça total dos frutos, tomando-se o cuidado de não deixar ocorrer perdas significativas pela queda natural dos frutos secos. Em colheita tardia com até 5% de frutos verdes na planta, com uma única passada da colhedora, a eficiência de colheita observada por Silva et al. (2002) foi de 79%, com 16% de perdas de chão na colheita e 4% antes da colheita, restando 1% de fruto não colhido.

Na colheita seletiva, o objetivo é colher o máximo possível de frutos no estágio cereja, fazendo duas ou mais passadas da colhedora. Para cargas pendentes entre 6 e 10 L/planta, resultados de pesquisa que

se comprovam na prática têm demonstrado que com duas passadas da colhedora a eficiência de derriça chega a 97% da carga pendente. Dependendo do estágio de maturação dos frutos, colhe-se na primeira passada de 30% a 50% da carga pendente e, na segunda, que deve ocorrer 25 a 30 dias após, colhe-se praticamente o restante. Em lavouras com cargas pendentes maiores, são aplicadas até três passadas da colhedora, lembrando que as passadas devem ser feitas sempre no mesmo sentido de deslocamento, com o intuito de diminuir a quebra de galhos e ramos.

Considerando estes resultados de pesquisa e que estão sendo replicados na prática pelos produtores, pode-se dizer que o Brasil dispõe, atualmente, da mais avançada tecnologia de colheita mecanizada de café, sobretudo no que se refere à colheita seletiva, fazendo mecanicamente e a baixo custo a colheita a dedo praticada na Colômbia, que é prerrogativa de qualidade.

A Ufla, em parceria com a EPAMIG, deu início a um trabalho de pesquisa em 2007, para avaliar a eficiência de derriça mecanizada e seletiva em oito progênies diferentes, buscando identificar aquelas mais aptas ao processo de colheita mecanizada.

Os experimentos foram conduzidos até 2009, na Fazenda Ouro Verde, no município de Campos Altos, MG. Os ensaios foram feitos em área de 3 ha, sobre oito progênies resistentes à ferrugem, oriundas do cruzamento entre ‘Catuai’ e ‘Híbrido de Timor’, as quais estão sob pesquisa para futuro lançamento no mercado. As progênies foram plantadas no espaçamento de 4,0 x 0,9 m e caracterizadas como: H1 (H-514-7-10-70); H2 (H-504-5-8-2); H3 (H-518-2-10-6); H4 (H-518-2-2-2); H5 (H-518-3-6-4); H6 (H-514-7-16-8); H7 (H-514-7-8-2); H8 (H-514-7-8-5).

Para a colheita mecanizada foi utilizada a colhedora K3. O Quadro 2 demonstra os resultados de eficiência da colheita seletiva das progênies, com duas passadas da colhedora, com velocidade operacional de 1.300 metros/hora e vibração de 950 ciclos/minuto, índice de regulagem = 0,73.

QUADRO 2 - Carga pendente e eficiência de derriça mecanizada nas progênes avaliadas

Progênes	Vibração (ciclo/min)	Velocidade (m/h)	Carga pendente (L/planta)	Eficiência de derriça (%)	Eficiência de derriça total (%)
Primeira passada 7/7/2009					
H1	950	1300	4,02	56,0	-
H2			3,33	72,0	-
H3			4,03	47,0	-
H4			3,94	67,0	-
H5			4,78	47,0	-
H6			5,17	47,0	-
H7			5,30	60,0	-
H8			5,02	50,0	-
Segunda passada 5/8/2009					
H1	950	1300	1,09	33,0	89,0
H2			1,66	21,0	93,0
H3			2,06	34,0	81,0
H4			1,63	19,0	86,0
H5			2,52	38,0	85,0
H6			1,80	33,0	80,0
H7			1,92	29,0	89,0
H8			1,99	34,0	84,0

FONTE: Silva et al. (2009).

Considerou-se, como eficiência de derriça, todo o volume retirado das plantas em relação à carga pendente. Na primeira passada, a maior eficiência de derriça ocorreu para a progênie H2 com 72%. Resultado similar foi encontrado por Silva et al. (2010). Com duas passadas, a maior eficiência de derriça total também ocorreu para a progênie H2, sendo de 93%. Esta eficiência de derriça, na colheita seletiva com duas passadas pode ser considerada elevada, estando muito próxima dos resultados obtidos por Oliveira (2006), que alcançou 97,64% sobre lavoura da cultivar Acaíá.

A menor eficiência de derriça total ocorreu na progênie H6, com 80%, sendo a que apresentou a menor eficiência na primeira passada. Observa-se ainda que, na primeira passada, as menores eficiências de derriça ocorreram nas progênes H3, H5 e H6, com 47%. Estas apresentaram cargas pendentes distintas que variaram de 4,03 a 5,17 L/planta, demonstrando que a eficiência de derriça não foi influenciada

pela maior ou menor carga pendente. Este comportamento demonstra a maior ou menor facilidade que as progênes apresentaram em relação à colheita, destacando as progênes H1, H2 e H7, como as mais aptas à colheita mecanizada.

PERDA DE COLHEITA

Uma das questões a ser tratada e analisada é a perda de frutos que ocorre no período de colheita, denominada café de chão. Esta perda ocorre em diferentes etapas, iniciando com a queda natural dos frutos secos antes da colheita, da ordem de 2% a 3%, que, pelo contato com a umidade do solo, perdem a qualidade, razão de fazer a colheita manual sobre panos ou no chão após a arruação. A arruação é a operação de limpeza do chão sob a projeção dos cafeeiros, retirando cisco, folhas e, principalmente, frutos de baixa qualidade, para não se misturarem com os colhidos de boa qualidade.

Na colheita mecanizada, a arruação se faz ainda mais necessária, por causa das perdas que ocorrem nesse processo. Como na colheita mecanizada, a derriça dos frutos se dá pela ação de varetas vibratórias que adentram a copa dos cafeeiros. Pequena quantidade desses frutos é lançada para fora da colhedora. Este percentual é difícil de quantificar, mas não deve passar de 2%. O restante dos frutos derriçados cai sobre as lâminas recolhedoras e transportadoras, aonde ocorrem os maiores volumes de perdas, outra parte fica retida na massa de galhos e folhas, caindo ao chão após a passagem da colhedora. Como as colhedoras não conseguem colher a totalidade da carga pendente, restam nos cafeeiros até 15% de frutos, que estarão sujeitos à queda natural até serem colhidos, em operação de repasse. Em resumo, as perdas caracterizam-se por frutos que caem no chão, antes, durante ou após a colheita.

Com o objetivo de determinar as causas das perdas de frutos pela colhedora de café, trabalho de pesquisa foi conduzido por Souza (2009), na Fazenda Conquista, do Grupo Ipanema Coffees, em Alfenas, MG. Os ensaios foram realizados nas safras 2008 e 2009, em lavouras da cultivar Acaíá, com 10 anos de idade, espaçamento de 3,8 x 0,6 m e da cultivar Icatu, espaçamento 3,8 x 0,75 m. Ambas as lavouras foram plantadas em terreno com declividade de 8%.

Para os ensaios, utilizou-se a colhedora automotriz modelo K3 Milenium. O sistema recolhedor da colhedora é constituído de lâminas retráteis que estão distribuídas nos dois lados do recolhedor (Fig. 3), com inclinação para os transportadores horizontais, mantidos em posição fechada por molas, que permitem a abertura e o envolvimento dos troncos dos cafeeiros, à medida que a colhedora se desloca. O transportador horizontal é uma esteira de grades, que tem a função de transportar os frutos para o transportador vertical e para o sistema de limpeza.

Assim, o maior volume de perdas ocorre neste sistema recolhedor, tanto por frutos que caem pelos vãos abertos entre

as lâminas retráteis, quanto no final do transportador horizontal com o descarte de folhas e ramos. Para reduzir as perdas nos transportadores horizontais, existem os batedores de folhas, que têm a função de auxiliar a separação dos frutos da massa de folhas e ramos (Fig.4).

A colheita foi realizada mantendo a vibração em 950 ciclos/min e variando a velocidade operacional. As perdas foram determinadas medindo-se o volume de frutos caídos sobre os panos em relação ao volume de frutos derrichados, que é o total que a colhedora retirou das plantas. O Quadro 3 demonstra os resultados das perdas totais do sistema de recolhimento. Observa-se que as perdas aumentaram gradativamente com o aumento da velocidade, variando de 7,5% a 20,5%, com média de 13,5%.

As perdas também foram avaliadas individualmente para os transportadores horizontais, conforme Quadro 4, variando as velocidades do transportador e correlacionando com a leitura de rotação do monitor eletrônico JSM K-3, 40, 55, 100 e 155 rpm no monitor.

Verifica-se que as perdas no transportador horizontal aumentam com a velocidade operacional, com média de 5,26%. Sendo as perdas médias totais de 13,47%, e a perda média das lâminas retráteis de 8,21%, isso demonstra onde ocorrem as maiores perdas do sistema de recolhimento. Com relação ao transportador horizontal, a velocidade de 3.420 m/h apresentou a menor perda média de 3,62%. Para a velocidade operacional de 1.600 m/h, sendo a mais recomendada para colheita seletiva, com duas passadas da colhedora, a perda média de frutos nos transportadores horizontais foi de 2,86% e a perda média total de 11,12%.

O maior volume de perdas ocorre nas lâminas retráteis, e estas perdas podem aumentar ainda mais em lavouras desalinhas, lavouras com mais de uma planta por cova ou plantas com mais de um ramo principal, as quais forçam maior abertura das lâminas. Outro fato importante a ser observado é o deslocamento da colhedora



Figura 3 - Recolhedor de lâminas e transportador horizontal

FONTE: Souza, (2009).

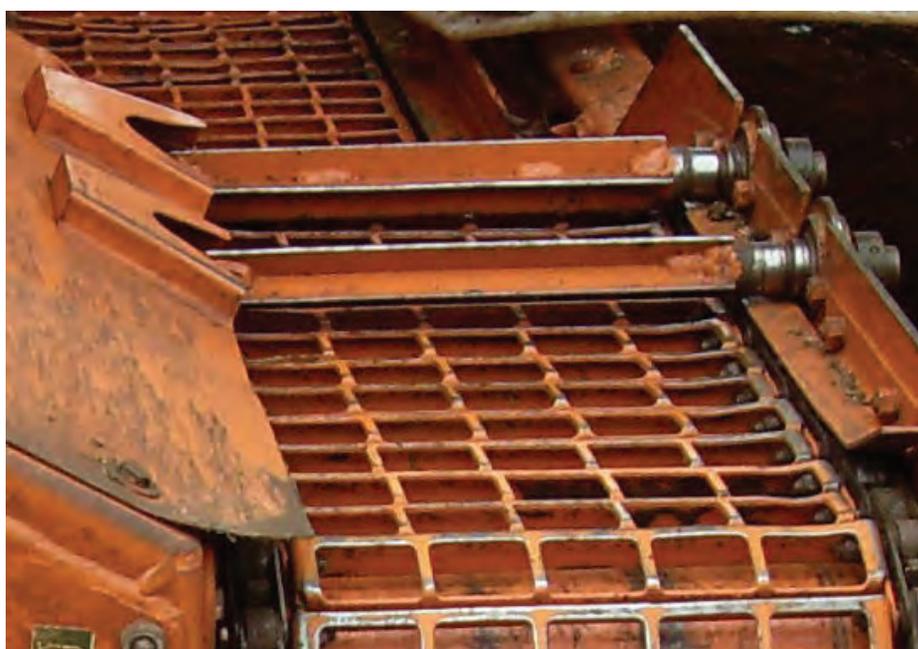


Figura 4 - Batedores de folhas do transportador horizontal

FONTE: Souza (2009).

QUADRO 3 - Perdas das colhedoras e velocidade operacional

Velocidade operacional (m/h)	Perdas de frutos (%)		
	Acaia	Icatu	Média
1.000	6,97	7,91	7,44
1.600	12,03	10,20	11,12
2.000	15,36	14,45	14,91
2.500	17,93	22,92	20,42
-	13,07	13,87	13,47

FONTE: Souza (2009).

QUADRO 4 - Perdas no transportador horizontal

Velocidade do transportador (m/h)	1.368	1.692	3.420	5.400	Média (%)
Leitura monitor JSM	40	55	100	155	
Velocidade operacional (m/h)	Perdas (%)				
1.000	2,73 A	1,89 A	0,98 A	1,83 A	1,85 A
1.600	3,92 A	3,27 A	2,86 B	3,20 A	3,31 B
2.000	7,72 B	7,08 B	4,06 B	5,64 B	6,12 C
2.500	12,05C	10,60 C	6,60 C	9,89 C	9,78 D
Média (%)	6,60 c	5,71 b	3,62 a	5,14 b	5,26
CV (%)					20,59

FONTE: Souza (2009).

NOTA: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente. Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna.

mais centralizado possível em relação à linha de plantio. É importante observar, antes de iniciar a operação diária de colheita, se as lâminas estão fechando corretamente e, ao sair da linha de colheita, se há alguma lâmina quebrada ou enroscada em posição aberta. Em caso positivo, faz-se a substituição da lâmina e/ou da mola. Para o transportador horizontal, as menores perdas ocorreram para a leitura de 100 rpm no monitor eletrônico.

RECOLHIMENTO DO CAFÉ DE CHÃO

O recolhimento do café de chão é uma realidade crescente na cafeicultura, sobretudo pelo aumento do uso das colhedoras, cujas perdas de chão variam de 7% a 22%, com média de 14%, independentemente do modelo da colhedora, conforme dados anteriormente apresentados. A forma convencional de fazer o recolhimento do café de chão, ainda é a manual. Contudo, pelas dificuldades que os produtores estão encontrando por falta de mão de obra, a busca pela operação mecanizada de recolhimento é imperativa.

Segundo Silva (2004), máquinas com diferentes sistemas de recolhimento estão disponíveis no mercado, com eficiência muito variável em função das condições do terreno, tipo e quantidade de ciscos, como folhas, ramos e galhos, necessitando de

operações preliminares de sistematização, corrigindo certas irregularidades do terreno e triturando a massa de ciscos.

Conforme Silva et al. (2009), em trabalho que utiliza a colhedora pneumática, a eficiência média de recolhimento foi de 89,5% dos frutos caídos no chão, operando em velocidades entre 1.600 e 2.400 m/h. Trabalho semelhante foi desenvolvido por Silva, Carvalho e Silva (2010), com objetivo de avaliar novo sistema de recolhimento

mecanizado do café de chão, utilizando recolhedora pneumática com mecanismo de dedos retráteis. Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Mata do Salgado, em Carmo do Paranaíba, MG, em lavoura Catuaí de 8 anos, plantada no espaçamento de 3,8 x 0,5 m, irrigada via gotejamento. A colheita foi mecanizada com três passadas, não sendo realizado o repasse manual. A operação de recolhimento do café de chão foi realizada com a recolhedora pneumática modelo Dragão Eco Solução (Fig.5), cujo captador possui novo sistema com dedos retráteis, para retirar o excesso de folhas e galhos. A recolhedora operou acoplada a um trator cafeeiro, modelo BF75. O recolhimento mecanizado foi realizado em diferentes velocidades operacionais, conforme escalonamento de marchas do trator. A eficiência de recolhimento foi calculada em função do volume de café recolhido mecanicamente, em relação ao volume médio de café caído no chão ou recolhido no sistema manual.

O Quadro 5 mostra os resultados, com o volume médio de café caído no chão antes do recolhimento, de 122,30 medidas/ha, e o volume de folhas, ramos e galhos, de



Figura 5 - Recolhedora pneumática

FONTE: Silva, Carvalho e Silva (2010).

QUADRO 5 - Desempenho operacional e custos do recolhimento mecanizado e manual do café de chão

Velocidade (m/h)	Volume recolhido ⁽¹⁾ (medida/ha)	Eficiência de recolhimento (%)	Tempo efetivo recolhimento (h/ha)	Tempo total com manobra (h/ha)	Custo total (R\$/ha)	Redução de custos (%)
1.218	112,84	89,10	4,32	5,26	372,33	56,20
1.898	107,31	84,62	2,77	3,71	263,04	69,05
2.169	94,27	71,37	2,43	3,36	238,22	71,97
2.459	93,79	66,81	2,14	3,08	218,37	74,30
Manual	122,30	100,00	136,00	-	850,00	-

(1) Medida volumétrica de 60 litros.

FONTE: Silva, Carvalho e Silva (2010).

NOTA: Tempo médio de cada manobra: 1h5.

20 L/planta. No recolhimento manual, o tempo foi de 136 h/ha (varrição e abanação), necessitando de 17 diárias ao custo de R\$ 50,00, resultando em R\$ 850,00/ha. O custo/hora do conjunto para o recolhimento do café de chão foi de R\$70,90/h. No custo total de recolhimento está incluído o custo/hora/máquina com operador, mais o custo da operação manual de revolvimento do cisco (duas diárias por hectare). O volume recolhido manualmente foi de 122,30 medidas/hectare, com índice de impurezas de 10%.

Na colheita mecanizada, para a velocidade de 1.218 m/h, a eficiência de recolhimento foi de 89,10%, com custo de R\$ 372,33/ha, contra R\$ 850,00/ha na operação manual, com redução de custo de 56,20%. Para a velocidade de 1.869 m/h a eficiência foi de 84,62%, com custo de R\$ 263,04/ha e redução de 69,05%. Para velocidades maiores, a redução de custo foi maior, mas não se justificou mediante a perda de eficiência. O recolhimento mecanizado demonstrou viabilidade econômica, mesmo quando se considera a perda de receita pelo volume não recolhido mecanicamente, de 9,5 e 15 medidas/hectare nas velocidades de 1.218 e 1.869 m/h, com possíveis e respectivas receitas da ordem de R\$ 354,00 e 562,00, sendo que a redução de custo foi maior que a perda de receita.

Observa-se que a maior eficiência operacional ocorreu na velocidade de 1.218 m/h, com custo parcial da medida colhida de R\$ 3,30, e a maior redução de

custo viável ocorreu na velocidade de 1.869 m/h, ao custo parcial da medida recolhida de R\$2,45, contra o custo de R\$6,95 no recolhimento manual. Demonstrando que o novo sistema de dedos retráteis da recolhadora pneumática apresentou elevada eficiência operacional e viabilidade econômica, para o recolhimento do café de chão em lavouras com excesso de cisco.

POTENCIALIDADE DE MECANIZAÇÃO DA CAFEICULTURA DO SUL DE MINAS

O diagnóstico da cafeicultura do Sul e Sudoeste de Minas Gerais, conforme Faemg (1996), registra que 57% da mão de obra da cafeicultura ocupa-se do serviço de colheita e preparo. Por outro lado, dados do IBGE (2008) demonstram que, a cada ano, a população rural torna-se menor. Neste contexto, por meio de sistema de informação geográfica, foi feito o mapeamento das lavouras cafeeiras na região Sul/Sudoeste de Minas Gerais, gerando gráficos com as delimitações das áreas possíveis de ser mecanizadas, considerando, para as operações mecanizadas de manejo, a declividade de até 20% e, para a colheita do café, declividade de até 15%.

A área de estudo abrangeu a região Sul e Sudoeste do estado de Minas Gerais, onde a vocação agrícola baseia-se nas atividades agropecuárias, com destaque para a cafeicultura em pequenas e médias propriedades, em sua grande maioria pequenas cidades, emolduradas em montanhas, a

qual é dividida em 11 microrregiões, com 156 municípios. Essa região possui uma população total de 2.649.425 habitantes. Desse total, 2.064.726 correspondem à população urbana e, 486.249, à população rural, que representa apenas 18,3% da região, onde a agricultura ainda é a atividade econômica mais forte, capitaneada pela cafeicultura e pela produção de leite.

Os dados de altimetria foram adquiridos por meio do levantamento Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da NASA, com uma resolução espacial de 90 m. A partir da modelagem digital de elevação executada, foi obtida a altimetria da região, sendo efetuada, na sequência, a confecção do mapa temático de declividade, com os respectivos fatiamentos em classes de declive para as operações de mecanização agrícola. Por meio desta metodologia foi possível a caracterização da região do Sul de Minas Gerais, ressaltando o comportamento das áreas em relação às classes de declividade. O Quadro 6 apresenta a escala de aptidão de mecanização agrícola adotada em função das classes de declive.

Os dados de declive advindos do levantamento SRTM foram comparados com os dados do levantamento do IBGE para uma área conhecida do município de Machado. O objetivo desta comparação foi validar e ter a dimensão da confiabilidade do banco de dados que foi utilizado neste estudo. Os dados de declive, advindos do IBGE, foram adquiridos em projeto desenvolvido por Moura (2007), junto ao software Spring,

QUADRO 6 - Classes de declive em relação à mecanização

Classes de declive (%)	Mecanização
0- 5	Extremamente apta
5- 10	Muito apta
10-15	Apta
15-20	Moderadamente apta
>20	Não recomendada

FONTE: Rezende (2008).

para o município de Machado. Para a comparação, foi feito um recorte na imagem do município de Machado, utilizando-se pixel de 30 x 30 m e calculando-se, posteriormente, o coeficiente de correlação entre os dados do SRTM e IBGE.

A aquisição do mapeamento das áreas cafeeiras da área de estudo foi feita no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), sendo, assim, possível determinar o posicionamento das lavouras cafeeiras nessa região.

Os resultados obtidos de declividade possibilitaram a comparação do fatiamento das classes de declividade, do banco de dados (SRTM) com o fatiamento das classes de declividade, segundo os dados do IBGE. Os dados da cena das classes de declive, obtidos do IBGE para o município de Machado, sofreram discreta diferença, quando comparados com os dados do SRTM. A análise de correlação estatística entre os dois bancos de dados comparados resultou em ($R^2=0,99$), demonstrando a qualidade de ambas as fontes e validando a utilização da base de elevação SRTM para este estudo.

A Figura 6 ilustra a caracterização das classes de declividade em porcentagem para a região do Sul e Sudoeste de Minas Gerais. As classes foram fatiadas de 0% a 40%, em intervalos de 5% e o Gráfico 1 demonstra o resultado da distribuição, em hectares, das áreas territoriais da região do Sul/Sudoeste de Minas Gerais, em função da classe de declividade, totalizando 6.200.595 ha, com 4.840.735,7 ha

de áreas classificadas como aptas de serem mecanizadas, ou seja, com menos de 20% de declividade, que representa 78,1% da região do Sul e Sudoeste de Minas Gerais.

O Gráfico 2 apresenta os resultados das áreas ocupadas por lavouras cafeeiras na região Sul/Sudoeste de Minas Gerais, em função das classes de declive. Os resultados obtidos do cruzamento das áreas de lavouras cafeeiras interpretadas pelo Inpe, com a classe de declividades da região, demonstram um total de 434.230 ha de

lavouras cafeeiras na área de estudo, sendo que 355.012 ha são lavouras com declividade de até 20%, possibilitando o manejo mecanizado, o que representa 81% das lavouras. E 290.126 ha são lavouras com até 15% de declividade, o que representa 66,74% de lavouras aptas a serem colhidas mecanicamente. Estes resultados demonstram que diferentemente da conotação que se dá ao Sul/Sudoeste de Minas Gerais, de região montanhosa, a maioria das áreas é apta ou muito apta à mecanização agrícola.

Quando se considera a cafeicultura da região com declividade de até 20%, o dimensionamento potencial do parque de máquinas pode chegar a 7.100 tratores cafeeiros e, mesmo considerando as declividades de apenas 15%, o potencial de colhedoras de café é de 1.160 unidades, quando se trata de fazer a colheita com uma única passada da colhedora, pode chegar a 1.900 unidades, quando se trata de duas passadas em colheita seletiva. Estes números demonstram a grande potencialidade de expansão do sistema mecanizado, diante da

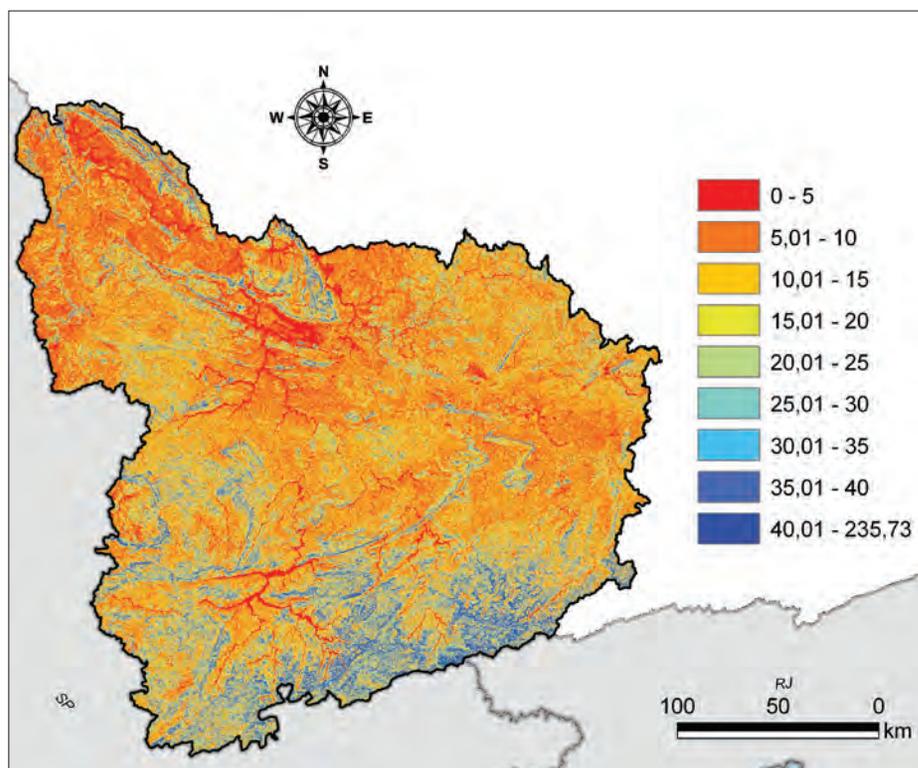


Figura 6 - Declividade (%) para o Sul/Sudoeste de Minas Gerais

FONTE: Rezende (2008).

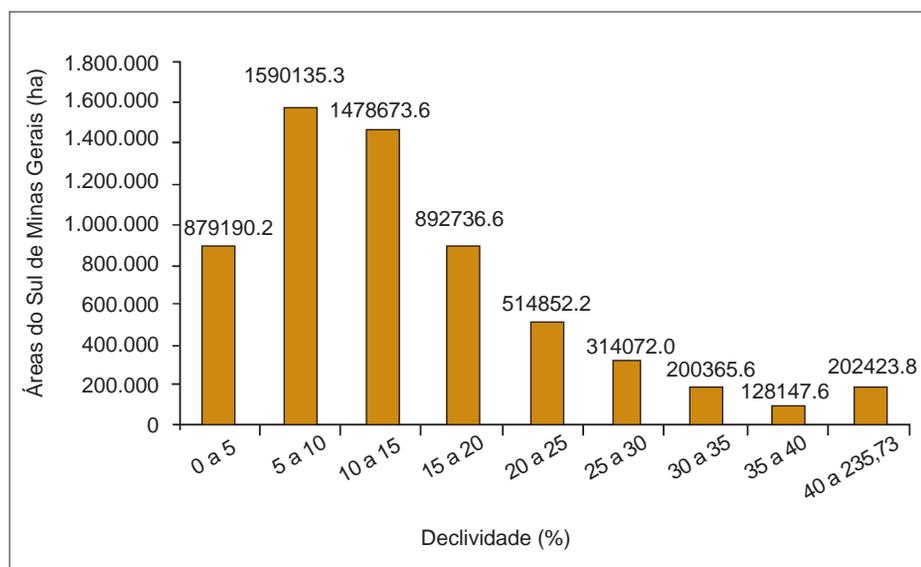


Gráfico 1 - Fatiamento das áreas do Sul/Sudoeste de Minas Gerais, por classe de declividade

FONTE: Rezende (2008).

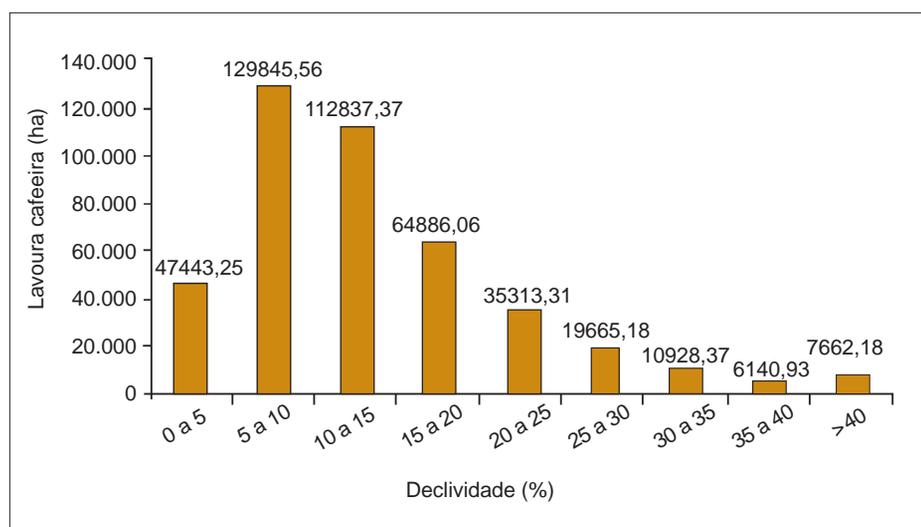


Gráfico 2 - Distribuição das áreas ocupadas por lavouras cafeeiras por classe de declividade

FONTE: Rezende (2008).

necessidade de suprir a baixa disponibilidade de mão de obra. Ainda, com relação às lavouras, é preciso considerar que o estudo não levou em conta a questão do espaçamento de plantio, o que também é um fator limitante ao uso da mecanização, porém, sabe-se que o predominante na região são lavouras em espaçamento regulares de 3,5 a 4,0 m entrelinhas, que possibilitam o uso do trator e da colhedora.

Outra questão que deve ser considerada na evolução do processo de mecanização da cafeicultura da região é a crescente terceirização dos serviços em especial da colheita, seja de grupos de apanhadores com derrçadores portáteis, ou prestadores com colhedoras automotrizes e/ou reco-lhedoras. No caso das colhedoras, o mais prudente e recomendado aos produtores que querem iniciar na colheita mecanizada

é a terceirização do serviço em parte de sua lavoura, por não necessitar de elevado investimento inicial, além de contar com a experiência do prestador, sobretudo na regulagem da colhedora e ainda poder preparar aos poucos sua estrutura e equipe de pós-colheita para se adequar ao novo sistema, sem contar a total despreocupação com revisão, manutenção ou conserto de máquinas.

O ponto mais importante que o produtor deve considerar ao contratar o serviço mecanizado de colheita é a elaboração do contrato, estabelecendo o preço, a data de início e o prazo de execução do trabalho, lembrando que os prestadores, em geral, trabalham efetivamente no mínimo 15 horas por dia, o que corresponde a um volume médio diário de café colhido da ordem de 900 medidas ou 54 mil litros, a serem recebidos na estrutura de pós-colheita, terreiros e secadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes estudos apresentados são um exemplo claro da evolução da mecanização na cafeicultura, que rapidamente vem transformando o processo produtivo do café, por meio de inovações tecnológicas que foram desenvolvidas e introduzidas, sobretudo nesses últimos 15 anos, atendendo não só o agricultor familiar, mas também os médios e grandes produtores, o que coloca o Brasil como expoente em tecnologia de ponta na cafeicultura. Esta evolução pode ser notada, quando se avalia o trabalho Mecanização da Colheita do Café (SILVA; CARVALHO; SALVADOR, 1997), com conteúdo mais descritivo e menos metodológico sobre o assunto. A evolução tecnológica não fica restrita ao processo de colheita, devendo-se considerar ainda as mudanças no processo de plantio, cultivo, tratamento fitossanitário, poda, adubação, etc., operações em que a mecanização vem avançando sobre um cenário crescente de demanda, onde o cafeicultor assume o papel de gestor de operações agrícolas e não simplesmente de produtor.

VAI FICAR

FORA DESSA?

EXPOCAFÉ

A MAIOR E MAIS IMPORTANTE FEIRA DO
SEGMENTO CAFEIRO NO BRASIL.



www.expocafe.com.br

Aproveite e garanta a presença da sua empresa na edição 2012. Visite o estande da EPAMIG na feira e confira. Mais informações: (31) 3489-5078.



REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L. A. Gerenciamento de operações agrícolas mecanizadas. In: _____. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. p.30-61.
- FAEMG. **Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1996. 50p. Relatório de Pesquisa.
- FIGUEIREDO, C.A.P. de **Estudo comparativo entre o custo horário de diferentes faixas de potência de tratores agrícolas**. 2007. 30p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- IBGE. **População – contagem população**. Rio de Janeiro, [2008]. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/contagem_da_população_2007>. Acesso em: 1 set 2008.
- MOURA, L. do. C. **A ocupação espaço-temporal dos cafezais no município de Machado, no Sul de Minas: a relação entre aptidão agrícola da terra e seu uso na atividade cafeeira**. 2007. 127p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- OLIVEIRA, E. **Colheita mecanizada do café em maiores velocidades operacionais**. 2006. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- REZENDE, F.A. **Determinação das áreas cafeeiras mecanizáveis no Sul de Minas Gerais, com cenários para a colheita**. 2008. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SILVA, F.C. et al. Variedades de café aptas a colheita mecanizada. In: SIMPÓSIO MECANIZAÇÃO DA LAVOURA CAFEIEIRA, 1., 2010, Três Pontas. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. p.36-49.
- SILVA, F. M. da. **Colheita mecanizada e seletiva do café**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2004. 75p.
- _____; CARVALHO, G.R.; SALVADOR, N. Mecanização da colheita do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do Café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.43-54, 1997.
- _____; _____. SILVA, A.C. Mecanização da colheita do café. In: SIMPÓSIO MECANIZAÇÃO DA LAVOURA CAFEIEIRA, 1., 2010, Três Pontas. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. p.50-65.
- _____. et al. Avaliação da colheita mecanizada e seletiva do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2002. p.150-152.
- _____. et al. Avaliação do sistema de recolhimento mecanizado do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 35., 2009, Araxá. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2009.
- SOUZA, C.M.A. de et al. Desenvolvimento de uma máquina vibradora para estudo do desprendimento de frutos do cafeeiro. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, MG, v.13, n.1, p.7-18, jan./mar. 2005.
- SOUZA, J.C.S. **Determinação de perdas de frutos nos mecanismos recolhedor e transportador de colhedoras de café**. 2009. 62p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MULTITÉCNICA®
nutrientes minerais

Cultivando soluções para
você colher resultados.

Linha Multi Nutrientes
SAIS SOLÚVEIS

Sistema MultiSais

MULTIFOL®
fertilizantes foliares
MACRO E MICRONUTRIENTES SOLÚVEIS
PARA TODAS AS CULTURAS

COMERCIAL: (31) 3490-8500 www.multitecnica.com.br

Processamento e qualidade do café

Marcelo Ribeiro Malta¹

Resumo - Dentre várias operações agrícolas que desempenham papel fundamental na produção de café, destaca-se o preparo ou o processamento, porque é uma operação que influencia diretamente o aspecto e a qualidade final do produto. O café pode ser preparado por via seca e via úmida. Por via seca, o fruto é seco na sua forma integral, dando origem aos cafés naturais ou em coco, enquanto por via úmida, o café pode ser descascado, despulpado ou desmucilado, originando os cafés em pergaminho. São apresentadas as diferentes formas de preparo, atualmente utilizadas na pós-colheita do café, e as implicações de cada uma delas na qualidade do café.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Pós-colheita. Café natural. Café despulpado. Café desmucilado. Café descascado.

INTRODUÇÃO

As características iniciais da matéria-prima como estágio de maturação, composição química, teor de umidade e propriedades físicas são parâmetros a ser considerados em qualquer processo pós-colheita de produtos agrícolas, principalmente no caso do café que varia muito durante a colheita. Por ter maturação desuniforme, o café colhido é uma matéria-prima heterogênea, a qual pode apresentar diferenças marcantes na anatomia, composição química e no teor de umidade. Além disso, a composição em açúcares da polpa do fruto cereja caracteriza-o como perecível, devendo ser processado rapidamente e em condições higiênicas. Os defeitos originados na pré-colheita podem ser intensificados, se não forem empregadas técnicas eficientes no preparo pós-colheita do café (CHALFOUN; CARVALHO, 1997; VILELA; PEREIRA, 1998).

A escolha do método de processamento do café é decisiva na rentabilidade da atividade cafeeira e dependerá de diversos fatores, tais como:

a) condições climáticas da região;

- b) disponibilidade de capital;
- c) tecnologia e equipamentos;
- d) exigências do mercado consumidor quanto às características do produto;
- e) outorga para uso de água;
- f) disponibilidade de tecnologia para tratamento das águas residuárias.

Assim, pode-se dizer que três aspectos são fundamentais na escolha do método de processamento do café: a relação custo/benefício do método de processamento; a necessidade de atendimento à legislação ambiental e o padrão de qualidade desejado (BORÉM, 2008).

Depois de colhido, o café pode ser preparado por via seca e via úmida. Por via seca, o fruto é seco integral (com casca), dando origem aos cafés denominados coco, de terreiro ou naturais. O preparo por via úmida consiste na retirada da casca, polpa e/ou mucilagem do fruto maduro, que são substratos propícios ao desenvolvimento de microrganismos que podem provocar a ocorrência de fermentações prejudiciais à qualidade final do produto (CARVALHO; CHALFOUN, 1985; BARTHOLO; GUI-

MARÃES, 1997; PEREIRA; VILELLA; ANDRADE, 2002; MALTA; CHAGAS; CHALFOUN, 2008; MALTA; CHAGAS, 2010).

RECEPÇÃO, ABANAÇÃO E LAVAGEM DO CAFÉ

Independentemente do processo de colheita utilizado, os frutos do cafeeiro devem ser processados e esparramados no mais curto tempo possível, jamais ficando amontoados ou nas carretas aguardando a descarga, pois as condições de umidade e temperatura existentes na massa de café constituem fator altamente favorável ao desenvolvimento de microrganismos que aceleram o processo fermentativo (MALTA, 2010). Segundo Brando (2004), os frutos recém-colhidos não deverão ser armazenados em sacos ou silos por períodos superiores a 8 horas, pois, além dos riscos de fermentação, a temperatura poderá atingir valores superiores a 40 °C e, assim, formar o defeito ardido. Borém (2008) ressalta que, após a colheita, o café deve seguir imediatamente para o processamento, evitando o armazenamento

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: marcelomalta@epamig.ufva.br

dos frutos úmidos, diminuindo, assim, os riscos de perda de qualidade, ocorrência de fungos e micotoxinas.

A recepção do café deve ser realizada preferencialmente em moegas, que podem ser construídas em chapa metálica ou alvenaria, sendo que estas devem estar localizadas acima do lavador com uma inclinação que favoreça a movimentação dos frutos por gravidade, o que dispensa o uso de transportadores mecânicos e mão de obra.

A abanação é o processo que consiste na retirada de impurezas leves, como folhas e gravetos que porventura estão presentes na massa de grãos por ocasião da colheita. Esta operação pode ser manual ou mecânica. A abanação manual é realizada por meio de peneiras ainda na lavoura, e a mecânica é realizada por abanadores mecânicos, móveis ou estacionários, podendo ser realizada tanto por sucção como por insuflação de ar gerada por ventiladores. A abanação mecânica também é realizada por equipamentos que estão localizados abaixo da moega de recepção, onde é realizada a remoção de impurezas, em peneiras vibratórias.

A próxima operação a ser realizada após a recepção e abanação é a lavagem do café. O lavador é uma das estruturas mais importantes na fase de preparo do café, uma vez que proporciona a separação não só das impurezas mas também dos frutos nos seus diferentes estádios de maturação (Fig. 1).

A lavagem proporciona uma pré-limpeza do produto ao separar as impurezas, aumentando consequentemente a vida útil dos secadores e máquinas de beneficiar por diminuir a abrasão, excluindo pedras, terras, folhas e paus que vêm da lavoura com os frutos colhidos.

A lavagem deve ocorrer no mesmo dia da colheita do café. É importante nunca deixar o café amontoado para ser lavado no dia seguinte.

Os lavadores mecânicos, construídos com chapa metálica, são formados por duas caixas d'água interligadas no fundo.

Apresentam um sistema mecânico para a movimentação do café e para a recirculação da água, duas saídas frontais e uma saída lateral. Os lavadores mecânicos apresentam baixo consumo de água, entre 0,3 e 1,0 L, por litro de café. A diferença entre os lavadores mecânicos atuais e os lavadores conhecidos como maravilha deve-se ao fato de que, neste último, grande parte da água é utilizada para o transporte do café, enquanto, no primeiro, é feito mecanicamente.

A separação dos frutos é feita pela diferença de densidade durante o processo de lavagem, dependendo dos diferentes estádios de desenvolvimento ou dos diferentes teores de umidade. Assim, a fração constituída por frutos verdes e cerejas, por serem mais pesados, afunda na água saindo por uma bica do lavador e recebe simplesmente a denominação cereja. A outra fração correspondente a frutos passas e secos, que são mais leves e não afundam, recebe a denominação boia, e sai por outra bica. Por apresentarem tempos de secagem



Figura 1 - Lavagem e separação do café no lavador

FONTE: Revista Campo & Negócios (2007).

diferentes, estas duas frações deverão ser secadas separadamente, para que se obtenha um produto final mais uniforme e de melhor qualidade.

PREPARO DO CAFÉ NATURAL (VIA SECA)

A produção de café natural é o modo mais antigo e mais simples de processar o café recém-colhido e consiste em submetê-lo à secagem na sua forma integral, ou seja, sem a retirada da casca. É largamente usado nas condições tropicais onde há uma estação seca característica durante o período de colheita, sendo o método predominante no processamento do café do Brasil. Apesar de ser conhecido como via seca, a terminologia mais adequada deveria ser café natural, pois, além de evitar a imagem pejorativa para o café brasileiro, usada no exterior, de café não lavado, trata-se do processo que menos afeta a condição natural do café, pois todas as suas partes constituintes são mantidas, possibilitando a obtenção da bebida que tornou o café internacionalmente conhecido. Além disso, é o processo que menos agride o meio ambiente, pois produz poucos resíduos sólidos e líquidos, não havendo a produção de efluentes com elevado teor de matéria orgânica (MO) (BORÉM, 2004).

Na secagem do café natural, a casca do fruto, que no início da secagem era de coloração vermelha ou amarela (dependendo da cultivar empregada) torna-se escura, formando o conhecido café em coco (Fig. 2).

Nessa forma de preparo, não é possível obter uma secagem uniforme, resultando em lotes com frutos secos com diferentes teores de umidade, o que é prejudicial à qualidade. Assim, torna-se evidente que a qualidade final do café beneficiado poderá ser afetada especialmente quando o café for colhido por derriça, mantendo-se a mistura dos cafés verdes, maduros e secos, resultando em lotes de bebidas duras ou fenicadas. A colheita seletiva, a separação do café e a secagem bem conduzida poderão produzir cafés de boa qualidade.



Figura 2 - Café preparado via seca (café natural)

NOTA: A - Café cereja; B - Café em coco.

PROCESSAMENTO DO CAFÉ POR VIA ÚMIDA

É o processo pelo qual, após a passagem por lavadores, haverá a remoção da casca e/ou da mucilagem do fruto, reduzindo os riscos de fermentações e possibilitando uma secagem mais rápida, o que resulta, geralmente, em cafés de boa qualidade.

A forma de preparo via úmida pode originar cafés descascados, despulpados ou desmucilados. Para obtenção do café cereja descascado os frutos maduros são descascados mecanicamente e parte da mucilagem ainda permanece aderida ao pergaminho dos frutos. Na obtenção do café despulpado, após o descascamento,

a parte da mucilagem que ainda estava aderida aos frutos é removida em tanques de fermentação biológica. Se a remoção desta mucilagem remanescente for realizada mecanicamente, tem-se então o café desmucilado (MALTA, 2010). Um resumo das ações realizadas no preparo via úmida é apresentado na Figura 3.

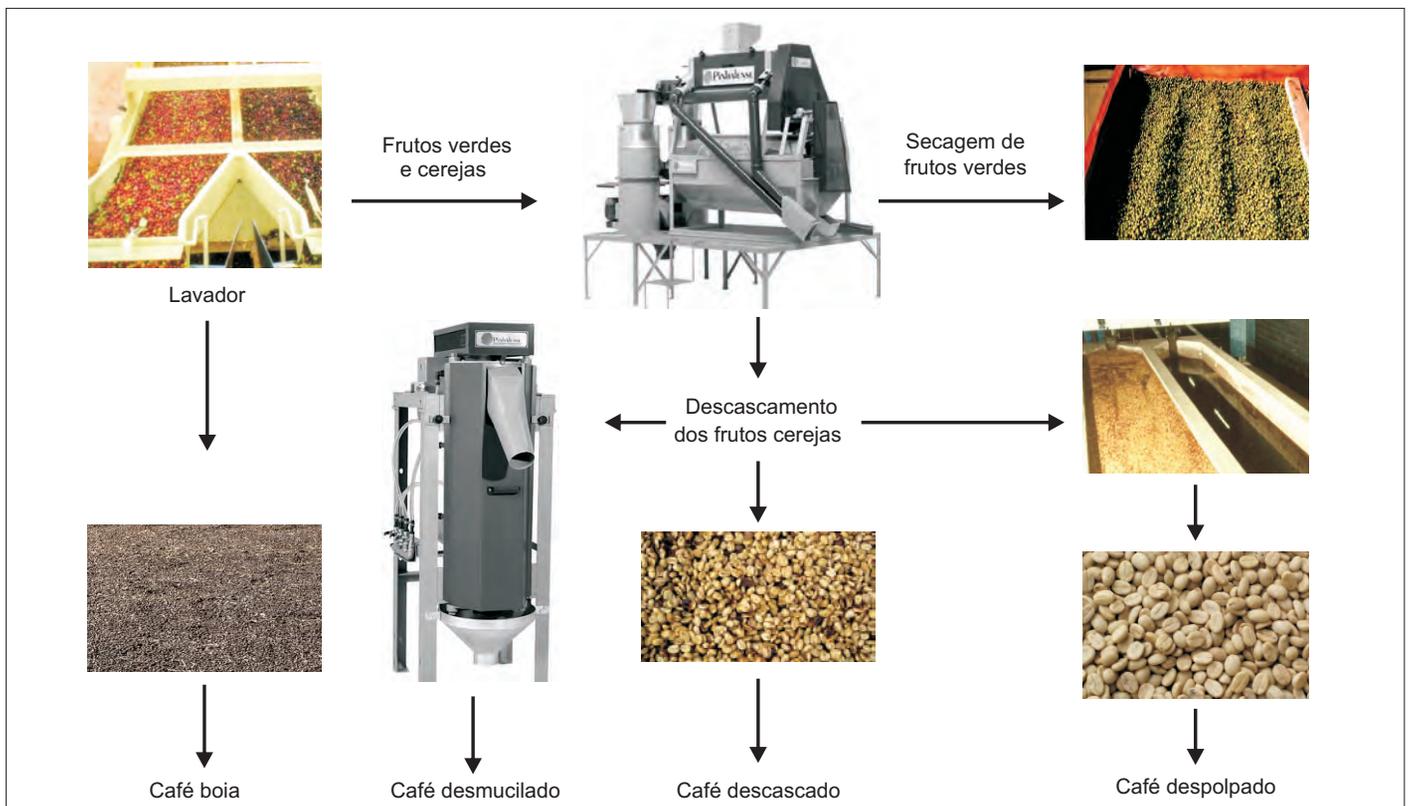


Figura 3 - Preparo via úmida: obtenção dos cafés descascados, despulpados e desmucilados

FONTE: Malta e Chagas (2010).

As atividades de lavagem ou separação hidráulica, descascamento, despulpamento e desmucilamento dos frutos do cafeeiro geram grandes volumes de águas residuárias, ricas em MO em suspensão e outros constituintes orgânicos e inorgânicos em solução, com enorme poder poluente, além de grande quantidade de resíduos sólidos que, se lançados ao meio ambiente sem o devido tratamento, podem causar degradação ambiental, trazendo danos à flora, à fauna e aos cursos d'água.

Dessa forma, a adoção do processamento do café por via úmida envolve também a instalação de sistemas de tratamento das águas residuárias resultantes desse processo.

No Brasil, a produção de cafés descascados, despulpados e desmucilados ainda é pequena. Entretanto, sua participação vem crescendo a cada ano, não apenas como necessidade nas regiões impróprias para o processamento por via seca, mas como medida para potencializar a obtenção de cafés de melhor qualidade, mesmo nas regiões consideradas adequadas para a produção de cafés naturais.

Um aspecto da maior importância é que a matéria-prima utilizada seja boa, isto é, não tenha sofrido fermentações na lavoura. Se o café chegar fresco ao descascador, imediatamente após a colheita e sem decomposições, será possível obter um tipo e uma qualidade superior, mesmo naquelas regiões de bebida rio ou regiões de cafés finos em anos de chuvas excessivas no período da colheita.

Outras vantagens do preparo via úmida são diminuição da área necessária no terreno de secagem (redução do volume em até 60%) e redução do tempo de secagem, não só por ser um café uniforme, mas também por apresentar um teor de umidade mais baixo (em torno de 50%).

Descascamento

O descascamento consiste na retirada da casca do fruto do café. Esta operação, realizada nos descascadores de cereja, baseia-se na diferença de resistência à pressão do fruto verde e do fruto maduro.

Como a mucilagem dos frutos verdes ainda está rígida, estes resistem à pressão, sendo transportados às laterais do equipamento; os frutos cereja, com a mucilagem menos resistente à pressão, separam-se em duas sementes que passam em peneiras de perfuração alongada.

Na Figura 4, é apresentado o esquema de um descascador de cerejas. Nesta operação, a casca e parte da mucilagem são removidas mecanicamente, ficando ainda mucilagem aderida ao pergaminho (Fig. 5).

Durante o descascamento, grande quantidade de água é utilizada, resultando

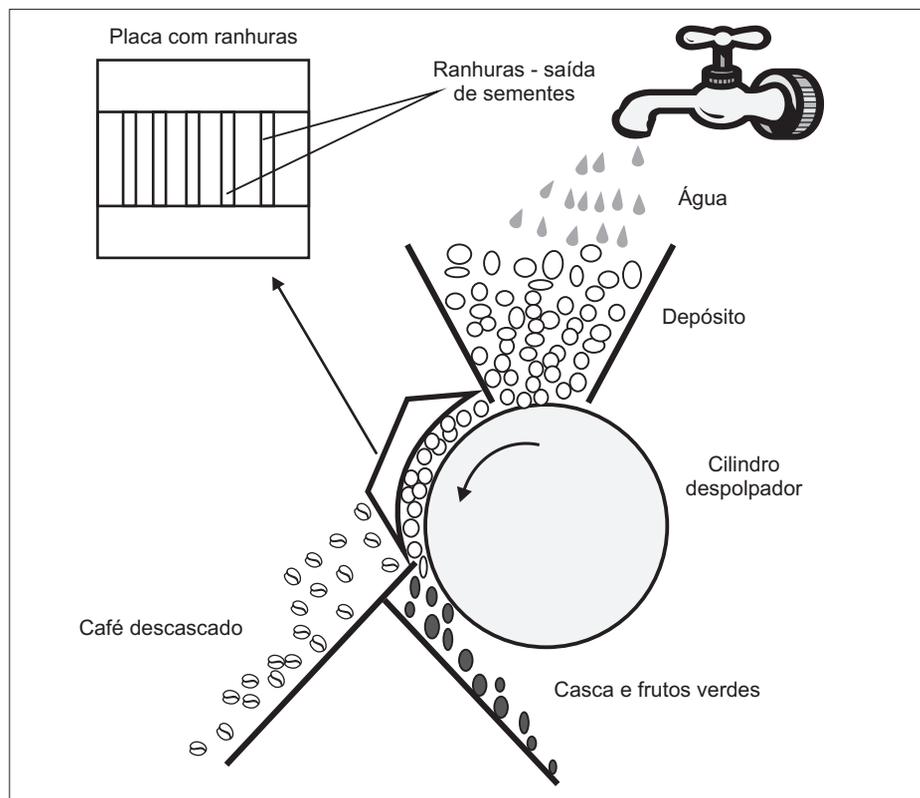


Figura 4 - Esquema de um descascador de cerejas

FONTE: Silva (2001).



Figura 5 - Café cereja descascado

em elevado potencial poluidor. Entretanto, algumas empresas já oferecem equipamentos com menor consumo de água, que minimizam os impactos desta operação.

Entre os produtores brasileiros, observa-se uma crescente utilização do descascamento do café, pelas vantagens apresentadas a seguir:

- a) separação dos frutos verdes;
- b) redução do volume do café pela remoção da casca, diminuindo, assim, a área ocupada no terreiro e aumentando a capacidade do secador;
- c) menor tempo de secagem;
- d) menor chance de ocorrer fermentações que depreciem a qualidade do café.

Desmucilamento

A operação de desmucilamento é realizada em desmuciladores mecânicos (Fig. 6), logo após o descascamento do café, com o objetivo de retirar a mucilagem que ainda permanece aderida aos grãos. A remoção é mecânica e ocorre por meio do atrito entre os grãos e dos grãos com um cilindro metálico. A água é adicionada em pequenas quantidades para lubrificação e limpeza da mucilagem. A principal vantagem do uso deste equipamento é a

remoção de parte ou de toda a mucilagem, evitando o uso de tanques de fermentação. Além disso, o café é colocado no terreiro e, ao contrário do que ocorre com o cereja descascado, não forma aglomerados entre

os grãos, facilitando o trabalho de movimentação, revolvimento e secagem. O corpo e o aroma da bebida obtida a partir do café desmucilado são menos pronunciados (BRANDO, 1999).

Despolpamento

O despolpamento poderá ocorrer logo após o descascamento do café cereja, sendo uma opção a remoção mecânica da mucilagem. Geralmente, o despolpamento ocorre por fermentação espontânea em tanques de concreto, removendo-se a mucilagem remanescente aderida ao pergaminho, substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos que podem provocar as fermentações prejudiciais à qualidade final do produto. O café permanecerá nesses tanques com água por um período de 12 a 24 horas, visando eliminar a mucilagem. Depois desse período, os grãos são lavados até que não se perceba qualquer sinal desta mucilagem e conduzidos para a secagem (Fig. 7).

Segundo Borém (2008), o objetivo da fermentação é a hidrólise da mucilagem aderida a pergaminho, o que facilita sua remoção na ação final de lavagem do café, pois, dependendo das condições de secagem, essa mucilagem pode aumentar os riscos de fermentações indesejáveis



Figura 6 - Desmucilador de café
 FONTE: Pinhalense Máquinas Agrícolas (200-).



Fotos: Marcelo Ribeiro Malta

Figura 7 - Café despolpado no qual se observa a retirada total da mucilagem do pergaminho

que vão reduzir a qualidade do café. A fermentação pode ser realizada tanto por fermentação “a seco” ou com a imersão em água. A fermentação mista significa o uso da fermentação “a seco” nas primeiras horas com o objetivo de acidificar o ambiente rapidamente, evitando o desenvolvimento de fungos, seguida da fermentação em água. Para Vincent (1987), a perda parcial de alguns compostos durante esse processo pode melhorar a qualidade do café pela redução da adstringência e amargor da bebida.

Este processo dá origem aos cafés lavados ou despulpados, bastante comuns entre os produtores da América Central, México, Colômbia e Quênia, alcançando boas cotações no mercado.

PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS VERDES DE CAFÉ

A presença do defeito verde no lote de café é, provavelmente, um dos principais problemas para a produção de maiores quantidades de café com melhor qualidade. Isso se deve ao fato de que a maioria dos produtores não possui condições para executar uma colheita seletiva e a pesquisa ainda não disponibilizou materiais genéticos com maior uniformidade de florescimento. As operações pós-colheita podem minimizar este problema desde que corretas técnicas de processamento sejam aplicadas. Entre os produtores brasileiros, observa-se uma crescente demanda pelo descascamento do café, especialmente em razão do favorecimento da qualidade pela retirada dos frutos verdes do lote de frutos maduros. O descascamento apresenta outras vantagens, como o menor tempo de secagem e a menor probabilidade de ocorrer fermentações no lote de café descascado. Se por um lado, a operação de descascamento resulta na formação de lotes mais uniformes e de melhor qualidade, por outro, resulta na formação de lotes de frutos verdes, que, naturalmente, constituem os de menor qualidade (BORÉM et al., 2006).

Pela técnica convencional de processamento e secagem, o lote formado pelos frutos verdes, após o descascamento dos frutos maduros, é submetido à secagem na sua forma integral, dando origem ao café verde natural ou em coco. Porém, o descascamento desse café, aliado a uma cuidadosa secagem, surge como uma forma promissora para melhorar a qualidade do café verde (BORÉM et al., 2004).

Recomenda-se que no processo de descascamento da mistura de frutos verdes e maduros haja a retirada ou pelo menos o alívio do contrapeso do descascador que controla a pressão de descascamento, permitindo dessa forma uma saída mais livre dos frutos verdes pelas laterais do descascador (BORÉM et al., 2004). Com este afrouxamento na pressão de descascamento, sairá também uma parte de frutos maduros junto com a porção de frutos verdes, que deve ser limitada a uma quantidade mínima, entretanto, suficiente para garantir que somente os frutos maduros serão descascados, mantendo, dessa forma, a qualidade do lote de cereja descascado. Ainda segundo essa técnica, o lote de frutos verdes será mantido amontoado até que seja efetuado o segundo descascamento. Dessa vez, porém, deve-se manter o contrapeso na metade dos braços que regulam a pressão de descascamento.

Borém et al. (2006) obtiveram, por meio desta técnica, um descascamento de, aproximadamente, 41% dos frutos verdes, partindo de lotes com, no máximo, 10%

de café cereja. Após o procedimento de descascamento e secagem, o café verde descascado apresentou apenas 2,8% de defeitos preto, verde e ardido (PVA) e produziu bebida dura/verde. A qualidade da bebida do café verde descascado foi similar àquela obtida no café cereja mais verde, sendo, no entanto, significativamente inferior à qualidade do cereja descascado (Quadro 1). Por meio desses resultados, esses autores sugerem que o processo de descascamento evita o aparecimento de processos fermentativos e favoreça a uma secagem mais uniforme, reduzindo, assim, significativamente, a porcentagem de PVA. É importante ressaltar que a maior parte dos grãos originou-se de frutos verdes. Nestes cafés, o espermoderma (película prateada) de coloração verde-cana, diferentemente da aderência esperada, destaca-se facilmente do endosperma e nem apresenta a cor característica do defeito verde. Foram observadas a predominância da bebida dura/verde e a ausência da característica riada, fatores que, aliados à menor porcentagem de PVA, diminuem o deságio do café verde, proporcionando viabilidade econômica ao processo, pelo aumento do valor de mercado.

Com o advento da tecnologia do processamento do café verde descascado, vários produtores passaram a usá-la com sucesso, gerando, por consequência, novas indagações como o efeito da variação do tempo de repouso do café verde e da utilização de água no processo de descasca-

QUADRO 1 - Porcentagem de preto, verde e ardido (PVA) e prova de xícara de cafés submetidos a diferentes formas de processamento

Processamento	PVA (%)	Prova de xícara	
		EPAMIG	States Coffee
Verde (tradicional)	50,01 a	Riado	Duro/Riado/Verde
Verde (Ufla)	36,55 b	Riado/Verde	Duro/Riado/Verde
Cereja + Verde	8,00 c	Duro/Verde	Riado/Verde
Verde descascado	2,80 c	Duro/Verde	Duro/Verde
Cereja descascado	2,10 c	Duro	Mole

FONTE: Dados básicos: Borém et al. (2006).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

mento e na melhoria da qualidade do café. Neste contexto, Nobre (2009) observou que cafés de melhor qualidade foram obtidos nos descascamentos feitos no mesmo dia e até 12 horas após a colheita, independentemente do uso de água no processo. Outra conclusão verificada por este autor foi que o rendimento de descascamento dos frutos verdes independe do tempo de repouso. E, por último, a imersão dos frutos verdes em água não aumenta o rendimento do descascamento, como se acreditava. Com a eliminação dessa prática, evita-se a produção de água residuária com potencial poluidor do meio ambiente.

INFLUÊNCIA DA FORMA DE PROCESSAMENTO NA QUALIDADE DO CAFÉ

Vários estudos sinalizam que a composição química dos grãos de café são dependentes da forma de processamento utilizada (KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006; BYTOF et al., 2005; LELOUP et al., 2004; SELMAR et al., 2004), contribuindo para características distintas na qualidade do café. De forma geral, os cafés naturais apresentam maior corpo e os cafés despolidos, aroma mais acentuado e acidez leve e prazerosa (BORÉM, 2008).

A produção de café natural (via seca) é a predominante no Brasil. Esse tipo de processamento tem sido valorizado na comercialização por originar cafés com bebidas mais encorpadas, doces e com acidez moderada. Alguns autores sugerem que essas características podem ser atribuídas à possível translocação de componentes químicos da polpa e mucilagem para os grãos de café ou por um metabolismo diferenciado, ocasionado por uma secagem mais lenta, pela atuação do exocarpo como uma barreira física para a saída de água para o ambiente (PAIVA, 2005; PEREIRA; VILELLA; ANDRADE, 2002; VILELLA et al., 2002). Entretanto, segundo Nobre et al. (2007), os teores dos constituintes químicos sofrem variações com o decorrer do desenvolvimento e maturação do fruto do café até atingirem níveis ideais caracterís-

ticos do grão de café maduro. O elevado teor de água e a composição em açúcares da polpa, no estágio de maturação cereja, colocam o café como um fruto com todas as condições de perecibilidade, razão pela qual a qualidade do café também deve estar estreitamente relacionada com a eficiência do processo de secagem.

O cafeeiro, por possuir mais de uma floração, caracteriza-se por apresentar, em uma mesma planta e ao longo de toda a colheita, frutos em diferentes estágios de maturação. No início da colheita, predominam frutos verdes e cereja e, no final, frutos passas e secos. Se por um lado, nas colheitas antecipadas, os frutos verdes poderão resultar em defeitos verde e preto-verde, nas colheitas tardias, os frutos que foram secos na própria planta podem ter sofrido alguma fermentação indesejável, depreciando o aspecto, o tipo e a bebida do café (BORÉM et al., 2006).

De acordo com Borém (2008), a qualidade do café natural dependerá de uma série de fatores desde a colheita até os cuidados durante a secagem. Quando os frutos são colhidos por derriça completa e secados sem qualquer tipo de separação ou cuidado, serão produzidos cafés classificados como bebida dura ou inferior. No entanto, se a colheita for seletiva, secando-se cuidadosamente somente frutos maduros, sem a ocorrência de fermentações, é possível produzir cafés naturais de bebida mole.

Segundo Coelho e Pereira (2002) e Malta, Pereira e Chagas (2005), entre os vários fatores que afetam a qualidade do café, destaca-se a presença de grãos defeituosos, principalmente os verdes, ardidos e pretos, sendo conhecida a influência prejudicial desses no aspecto, na torração e, principalmente, na qualidade da bebida. Coelho e Pereira (2002) verificaram que a inclusão de grãos PVA alterou significativamente as características químicas do café classificado como estritamente mole. Farah et al. (2006) verificaram redução na qualidade do café com a adição dos defeitos PVA, ressaltando que a qualidade encontra-se intimamente relacionada com

a composição química e que as alterações ocasionadas pela inclusão de grãos defeituosos poderão refletir nas características sensoriais destes após a torração.

A presença do defeito verde é, provavelmente, um dos principais problemas para a produção de cafés de melhor qualidade no Brasil. Isso se deve ao fato de que a maioria dos produtores não executa uma colheita seletiva e, também, porque não existem materiais genéticos com maior uniformidade de florescimento e, conseqüentemente, de maturação. Dessa forma, observa-se um aumento da utilização do descascamento do café, principalmente em função da melhoria da qualidade proporcionada pela retirada dos frutos verdes do lote de frutos maduros (BORÉM et al., 2006).

Segundo Borém (2008), as explicações clássicas para a baixa qualidade do café processado por via seca referem-se principalmente à ausência de cuidados na colheita e à presença de frutos verdes, brocados e fermentados. Além disso, a secagem mais lenta, em virtude da casca, e do elevado teor de açúcares presentes na mucilagem, aumenta os riscos de ocorrer fermentações que prejudicam a qualidade do café. No entanto, ainda segundo o autor, essas explicações, aparentemente conclusivas, não são suficientes para explicar as diferenças na qualidade do café processado por via seca e via úmida, mesmo quando somente frutos maduros são processados com os mesmos cuidados e em condições controladas.

No processamento por via úmida, a colheita exclusiva de frutos maduros, a remoção da casca e da mucilagem, o controle de fermentação e a secagem cuidadosa resultam, em geral, em cafés de melhor qualidade (BORÉM, 2008). Neste contexto, Leite e Carvalho (1994), ao avaliarem diferentes tipos de colheita e preparo do café, observaram que o despoldamento melhorou a qualidade do café.

Embora o preparo por via úmida promova a remoção da mucilagem, porção do fruto que pode favorecer o desenvolvimen-

to de fermentações microbianas e propicie uma secagem mais rápida, alguns autores sugerem que esse método de preparo apresenta a desvantagem de impedir que características desejáveis sejam transmitidas da mucilagem para o grão (PAIVA, 2005; PEREIRA; VILELLA; ANDRADE, 2002; SOUZA, 2000; VILELLA et al., 2002). Entretanto, Malta e Chagas (2009) ao compararem diferentes formas de processamento (roça, cereja natural e despulpado), por meio de análises químicas e sensoriais, concluíram que o despulpamento dos frutos não impede que características desejáveis sejam passadas para os grãos de café. Conforme se observou nos resultados de composição físico-química e análise sensorial de café, a forma de preparo para obtenção do café cereja despulpado não impossibilitou que compostos desejáveis deixassem de migrar para os frutos do cafeeiro com o descascamento e o despulpamento dos frutos, contrariando especulações apresentadas por outros autores. Este comportamento acontece, porque, provavelmente no despulpamento, os frutos do cafeeiro já atingiram o estágio de maturação adequado para a colheita, onde todos os constituintes já se apresentam em condições ideais para a obtenção de cafés de boa qualidade.

Ainda segundo Malta e Chagas (2009), o método de preparo cereja despulpado foi o que proporcionou melhores notas em todos os atributos sensoriais avaliados, sendo os cafés oriundos deste método considerados de melhor qualidade (Gráficos 1 e 2). O café cereja despulpado também foi a forma de processamento que proporcionou os menores valores de condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (K) em relação aos demais métodos de preparo (Quadro 2), o que sugere que a retirada da casca dos frutos com conseqüente secagem mais rápida não prejudicou o sistema de membranas dos grãos de café. Os menores valores de CE e de lixiviação de K devem-se, provavelmente, à menor presença de defeitos no lote de cafés despulpados. Segundo Malta, Pereira e Chagas (2005), a

presença de grãos defeituosos influencia de maneira significativa as determinações de CE e de lixiviação de K de exsudatos dos grãos, sendo que os grãos normais apresentam menores valores, diferindo dos grãos defeituosos, nos quais se observam maiores valores nos defeitos ardidos e pretos.

Segundo Chagas e Malta (2008), ao avaliar a composição química de grãos submetidos a diferentes formas de processamento e tipos de terreiro de secagem, o café cereja descascado apresentou-se superior às demais formas de preparo, independentemente do tipo de terreiro

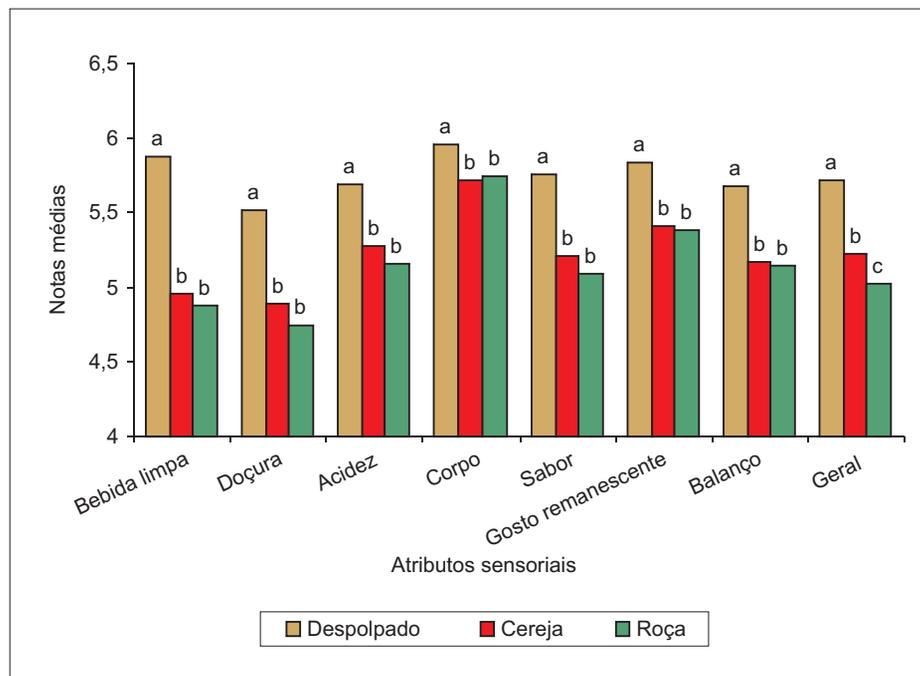


Gráfico 1 - Atributos sensoriais do café em função do método de preparo

FONTE: Malta e Chagas (2009).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

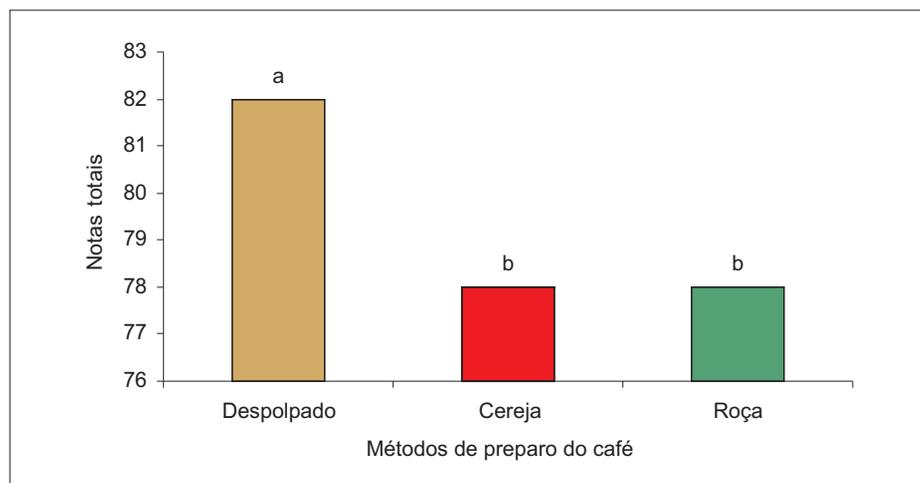


Gráfico 2 - Somatório dos atributos sensoriais do café em função do método de preparo

FONTE: Malta e Chagas (2009).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

QUADRO 2 - Condutividade elétrica (CE), lixiviação de potássio (K) e número de defeitos de cafés submetidos a diferentes métodos de preparo

Métodos de preparo	Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm/g}$ de amostra)	Lixiviação de potássio (ppm)	Número de defeitos
Despolpado	140,59 c	50,69 b	184 c
Cereja	228,53 a	60,78 a	240 b
Roça	209,81 b	59,31 a	287 a
CV (%)	7,15	7,32	15,55

FONTE: Dados básicos: Malta e Chagas (2009).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

CV - Coeficiente de variação.

de secagem, inferindo que essa forma de preparo pode propiciar cafés de melhor qualidade. Entretanto, Malta, Chagas e Oliveira (2003) não observaram diferenças na qualidade dos cafés naturais comparados com os descascados e desmucilados, sendo que todos os cafés foram classificados como bebida mole. Isso denota que, se as etapas de processamento e secagem forem bem realizadas, podem originar cafés de boa qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade do café é determinada, principalmente, pelo sabor e aroma formados durante o processo de torração, a partir de precursores presentes no grão cru. A formação e a presença desses compostos, por sua vez, vão depender de fatores genéticos, ambientais e do manejo empregado durante todas as fases que envolvem a produção. Dessa forma, diversas etapas vão influenciar de maneira importante a qualidade do café obtido, como a época e o tipo de colheita adotados, o método de preparo e a forma de secagem utilizada.

Existem diferenças na anatomia, na composição química e no teor de água dos frutos do cafeeiro em função do estágio de maturação em que os frutos são colhidos. A grande heterogeneidade dos frutos provenientes da lavoura, além de comprometer as operações posteriores à colheita, compromete também a qualidade final. Sendo assim, o processamento do café será mais eficaz quanto mais homogêneo for o lote colhido, influenciando diretamente todas as operações pós-colheita.

REFERÊNCIAS

BARTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café. Belo Horizonte, v.18, n.187, p.33-42, 1997.

BORÉM, F.M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2004. 630p.

_____. Processamento do café. In: _____. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 5, p.127-158.

_____. et al. Processamento do café verde descascado - I: aspectos técnicos e econômicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2004. p.254-255.

_____. et al. Processamento e secagem dos frutos verdes do cafeeiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n.9, p.19-24, 2006.

BRANDO, C.H.J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despolpado ou lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAA-PROCAFÉ, 1999. p.342-346.

_____. Harvesting and green coffee processing. In: _____. **Coffee: growing, processing, sustainable production**. New York: J. Wiley, 2004. p.605-714.

BYTOF, G. et al. Influence of processing on the generation of γ -aminobutyric acid in green coffee beans. **European Food Research and Technology**, London, v.220, n.3/4, p.245-250, Mar. 2005.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**. Café, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-92, 1985.

CHAGAS, S.J.R.; MALTA, M.R. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreno de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n.10, p.1-8, 2008. Especial Café.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D. de. **Colheita e preparo do café**. Lavras: UFLA: FAEPE, 1997. 49p.

COELHO, K.F.; PEREIRA, R.G.F.A. Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café cru e torrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.375-384, mar./abr. 2002.

FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v.98, n.2, p.373-380, 2006.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v.223, n.2, p.195-201, June 2006.

LEITE, I.P.; CARVALHO, V.D. de. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café - I: atividade da polifenoloxidase, proteína do extrato enzimático e índice de coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.229-308, fev. 1994.

LELOUP, V. et al. Impact of wet and dry process on green coffee composition and sensory characteristics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. CD-ROM.

MALTA, M.R. **Colheita e processamento do café**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010. 3p. (EPAMIG. Circular Técnica, 92). EPAMIG Sul de Minas.

_____; CHAGAS, S.J. de R. Colheita, preparo e secagem do café. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: U.R. EPAMIG S.M., 2010. v.1, cap.13, p.805-860.

_____; _____. Processamento e qualidade do café produzido na região do Cerrado mineiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2009. CD-ROM.

_____; _____. CHALFOUN, S.M. Colheita e pós-colheita do café: recomendações e coeficientes técnicos. **Informe Agro-**

pecuário. Planejamento e gerenciamento da cafeicultura, Belo Horizonte, v.29, n.247, p.83-94, nov./dez. 2008.

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J. de R.; OLIVEIRA, W.M. de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes formas de pré-processamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n.6, p.37-41, 2003.

_____.; PEREIRA, R.G.F.A.; CHAGAS, S.J. de R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, p.1015-1020, set./out. 2005.

NOBRE, G.W. **Processamento e qualidade de frutos verdes de café arábica.** 2009. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

_____. et al. Alterações químicas do café-cereja descascado durante o armazenamento. **Coffee Science**, Lavras, v.2, n.1, p.1-9, jan./jun. 2007.

PAIVA, E.F.F. **Análise sensorial dos cafés especiais do estado de Minas Gerais.** 2005.

55p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PEREIRA, R.G.F.A.; VILELLA, T.C.; ANDRADE, E.T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2002. p.826-831. CD-ROM.

PINHALENSE MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Despulpadores verticais:** desmuciladores – DFA-1. [S.l.: 200-]. Disponível em: <<http://www.pinhalse.com.br/catalogo/catalogo.htm>>. Acesso em: nov. 2010.

REVISTA CAMPO & NEGÓCIOS. Uberlândia: AgroComunicação, ano 5, n.54, ago. 2007.

SELMAR, D. et al. Biochemical insights into coffee processing: quality and nature of green coffee are interconnected with an active seed metabolism. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: ASIC, 2004. CD-ROM.

SILVA, J. de S. (Ed.). **Secagem e armazenagem do café:** tecnologias e custo. Viçosa, MG: UFV, 2001. 162p.

SOUZA, S.M.S. de. **Produção de café de qualidade - II:** colheita, preparo e qualidade do café. Lavras: EPAMIG-CTSM, 2000. 4p. (EPAMIG-CTSM. Circular Técnica, 118).

VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.219-274.

VILELLA, T.C. et al. Composição química de grãos de café natural, despulpado, desmucilado e descascado – II: torração média. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIRA DO SUL DE MINAS, 3., 2002, Lavras. **Trabalhos apresentados...** Lavras: UFLA, 2002. p.43-46.

VINCENT, J.C. Green coffee processing. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology.** New York: Elsevier, 1987.

PINHALENSE
Máquinas Agrícolas

60 ANOS

Tecnologia de quem entende de café

LSC
LAVADOR SEPARADOR
4.800 a 20.000 l/hora

ECONOFLEX
CONJUNTO ECOLÓGICO
2.000 a 16.000 l/hora

SRE-M
SECADOR ROTATIVO
1.600 a 15.000 l/carga

CON
CONJUGADA
(limpeza, benefício e ventilação)
9 a 30 sacos café limpo/hora

imagens ilustrativas

(19) 3651-9200 | www.pinhalse.com.br

Influência da secagem na qualidade do café

Flávio Meira Borém¹
Eder Pedroza Isquierdo²
José Henrique da Silva Taveira³
Gerson Silva Giomo⁴
Juliana Neves Barbosa⁵

Resumo - A secagem é um procedimento pós-colheita de grande importância, pois pode interferir positiva ou negativamente na qualidade do café. Apresenta-se uma abordagem sobre as técnicas de secagem, mostrando seus benefícios e limitações, bem como seus impactos na qualidade final do café. São discutidos procedimentos de secagem de café em terreiro, secadores com baixas e altas temperaturas e as alternativas para retirada segura de água dos grãos. São apresentados resultados de pesquisas existentes sobre a secagem e sua relação com a qualidade final do café.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Qualidade do café. Secagem natural. Terreiro. Secador mecânico.

INTRODUÇÃO

O Brasil ainda possui uma imagem internacional de fornecedor de quantidade, como o café tipo “Santos”, muito utilizado na composição de blends, enquanto, países como Quênia, Colômbia, Guatemala e Costa Rica, entre outros, são reconhecidos e valorizados pela qualidade de seus cafés.

A qualidade é uma das maiores preocupações da cafeicultura atual, uma vez que os preços do café têm como base esse parâmetro. Além disso, os mercados consumidores, que melhor remuneram o produto, tornam-se cada vez mais exigentes, valorizando os cafés especiais.

A qualidade do café é determinada pelo sabor e aroma formados durante a

torração, a partir de compostos químicos presentes nos grãos crus durante seu desenvolvimento na planta. No entanto, durante a secagem, ocorrem alterações na constituição química do grão cru, as quais podem influenciar o sabor e o aroma final do café (BORÉM, 2008).

Os frutos do café geralmente são colhidos com o teor de água que varia entre 30% e 65% base úmida (bu), dependendo do seu estado de maturação, estando sujeitos à rápida deterioração.

A manutenção da qualidade pela secagem baseia-se no fato de que, com a redução da quantidade de água disponível, serão reduzidas a atividade de água e a velocidade das reações químicas no

produto, bem como o desenvolvimento de microrganismos, o que favorece a um armazenamento mais seguro por longo período (CHRISTENSEN; KAUFMANN, 1974).

PRINCÍPIOS DE SECAGEM

A secagem pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de energia e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção do excesso de água contida no grão por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada de ar aquecido, que permite a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1978).

¹Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. III UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: flavioborem@deg.ufla.br

²Doutorando Ciência dos Alimentos UFLA - Depto. Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ederisquierdo@hotmail.com

³Doutorando Engenharia Agrícola UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: henriquetaveira@yahoo.com.br

⁴Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Pesq. Científico IAC - Centro de Café “Alcides Carvalho”, Caixa Postal 28, CEP 13012-970 Campinas-SP. Correio eletrônico: gsgiomo@iac.sp.gov.br

⁵Bióloga, Doutoranda Fisiologia Vegetal UFLA - Depto. Biologia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: juliananevesbarbosa@gmail.com

São vários os fatores que influenciam a secagem do café, tais como: método de secagem, temperatura e umidade relativa (UR) do ar de secagem, velocidade do ar e tempo de secagem. A falta do controle desses fatores pode comprometer a qualidade do produto final.

Durante a secagem, a redução do teor de água ocorre por causa de sua movimentação do interior para a periferia do grão, resultado da diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície do grão e o ar que o envolve. Para que um produto seja submetido ao fenômeno de secagem, é necessário que a pressão parcial de vapor d'água em sua superfície (P_g) seja maior do que a pressão parcial do vapor d'água no ar de secagem (P_a).

Base Teórica

O fenômeno de migração da água no interior dos grãos ainda não é bem conhecido. Alguns pesquisadores afirmam que, possivelmente, para a movimentação da água no interior de grãos submetidos ao processo de secagem, o transporte da água ocorre por difusão de líquido ou difusão de vapor ou, ainda, pela combinação desses mecanismos. Porém, teorias mais recentes preconizam que, em determinada fase da secagem, o movimento da água seja, basicamente, determinado pela difusão de líquido (BORÉM, 2008; SILVA, 2001; BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1978).

Em determinadas situações, o processo de secagem de um produto, sob condições constantes de temperatura, UR e velocidade do ar, pode ser dividido em um período de velocidade constante e outro de velocidade decrescente. Durante o período de velocidade constante, a temperatura do produto mantém-se igual à do ar de secagem saturado e as transferências de calor e massa se compensam. O período de secagem à taxa constante é aquele em que o teor de água do produto é suficiente para mantê-la na superfície deste, de maneira similar a uma área de água livre,

constantemente exposta às mesmas condições do ambiente (BORÉM, 2008; SILVA, 2001; BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1978).

No café, esse período pode ser observado nas primeiras horas de secagem de frutos de café verde e cereja, com teor inicial de água muito elevado. É importante ressaltar que, para a maioria dos grãos e sementes agrícolas e mesmo para o café, o período de secagem à taxa constante é muito curto ou inexistente, uma vez que nas condições operacionais do processo, as resistências às transferências de água encontram-se essencialmente no seu interior, tornando a taxa de evaporação superficial acentuadamente superior à taxa de reposição de água do interior para a superfície do produto (BORÉM, 2008; SILVA, 2001; BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1978).

No período de velocidade decrescente de secagem, a taxa interna de transporte de água é menor do que a taxa de evaporação, conseqüentemente, a temperatura do produto aumenta, tendendo a atingir a temperatura do ar de secagem (BORÉM, 2008; SILVA, 2001; BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1978).

MÉTODOS DE SECAGEM

A secagem do café pode ser feita em terreiros, estufas ou secadores mecânicos. A secagem natural é aquela que ocorre na lavoura, sem qualquer interferência do homem. Todos os demais métodos, em que há interferência direta ou indireta do homem, são considerados secagem artificial, conforme descrito a seguir.

Secagem natural

A secagem natural do café ocorre quando os frutos ainda estão na planta. O aquecimento dos frutos dá-se a partir da incidência direta da radiação solar, e a remoção e o transporte da água evaporada ocorrem pela ação natural do vento. Embora os frutos alcancem o teor de água adequado para armazenamento, o tempo de

secagem depende das condições climáticas que variam de região para região, o que não possibilita adequada previsão e controle do processo. Além disso expõem os frutos a riscos elevados de ataque de fungos e de redução de sua qualidade. Isso acontece principalmente quando a colheita é tardia ou no final da safra, quando os frutos caem no chão, favorecendo a ocorrência de fermentações que depreciam a qualidade do café beneficiado (BORÉM, 2008).

Secagem artificial

Secagem artificial é qualquer método em que haja interferência do homem, mesmo aqueles realizados com uso exclusivo de terreiros.

Secagem em terreiro

Na secagem em terreiros, o café úmido, recém-colhido, é exposto ao sol em superfícies planas, sendo revolvido de modo manual, com tração animal ou mecanicamente.

A principal vantagem da secagem em terreiros é o baixo custo com energia, uma vez que usa a radiação solar para aquecimento e para evaporação da água. É uma técnica simples e tradicional. Além disso, em condições favoráveis e com manejo correto, propicia um produto de qualidade. McLoy (1979) relata que a secagem do café exposto ao sol, em camada pouco espessa, favorece o aparecimento da coloração verde-cinza, tida como desejável, enquanto a secagem mecânica em ambiente escuro concorre para o aparecimento de grãos de cor verde-amarelado, considerados indesejáveis.

Entretanto, quando o produtor dispõe somente de terreiros para realizar a secagem completa do café, são necessárias grandes áreas, uso intensivo de mão de obra e maior tempo de secagem. Isto expõe o produto a variações climáticas que aumentam os riscos de contaminações e fermentações, reduzindo a qualidade final do café. Os riscos de deterioração tornam-se maiores, quando a colheita não

é planejada e adequada à infraestrutura disponível na propriedade. Associado ao manejo incorreto, o excesso de café no terreiro favorece o aparecimento do defeito ardido e a produção de lotes com bebida inferior, bem como a produção de grãos com mau aspecto, dada à desuniformidade no teor de água e na cor.

O tempo médio para secagem completa do café em terreiro é variável e depende das características do produto, bem como das condições climáticas de cada região. Varia de 15 a 20 dias para o café natural, podendo chegar a até 30 dias para condições desfavoráveis, como ocorre na região das Matas de Minas Gerais, e de 8 a 12 dias para os cafés em pergaminho. O tempo de secagem em terreiros, além das condições climáticas e do tipo de processamento, também é influenciado pelo tipo de revestimento (terra, tijolo, concreto, asfalto, leito suspenso), bem como pelo manejo empregado, ou seja, espessura da camada de café e número de revolvimentos empregados durante o dia. Além disso, é aconselhável trabalhar com lotes homogêneos, considerando tanto a época de colheita, quanto o estágio de maturação ou o teor de água, para obtenção de um café uniforme e de boa qualidade.

Além dos diferentes tipos de pavimentação, outros, como o leito suspenso, a estufa e o terreiro híbrido, têm sido usados. A escolha do tipo de terreiro e da pavimentação empregada deve levar em conta a garantia da preservação da qualidade, o custo de implantação, a facilidade no manuseio e o tempo total de secagem. As características desejáveis nos terreiros pavimentados são: boa absorção de água, baixa retenção de calor, maior durabilidade e menor tempo de secagem. A seguir, serão descritas as características dos principais tipos de terreiros atualmente usados pelos cafeicultores.

Terreiro de terra

Apesar de ainda ser frequentemente encontrado na maioria das pequenas pro-

priedades cafeeiras e em regiões menos desenvolvidas, o terreiro de terra não é recomendado para a secagem do café. Seu uso está fortemente relacionado com o baixo custo de construção, pois envolve basicamente a limpeza do terreno e movimentação de terra. Além de produzir com frequência cafés de baixa qualidade, não atende às exigências relacionadas com os aspectos higiênico-sanitários, que integram as boas práticas de processamento.

Estudos com café Arábica e Robusta sobre diferentes tipos de terreiros, empregando diversos materiais para o revestimento, demonstraram que os terreiros não pavimentados resultaram em cafés com mau aspecto e pior qualidade sensorial, tanto para o café em coco, como para o café em pergaminho (REINATO, 2006).

Terreiro de concreto

Preferencialmente, a secagem deve ser realizada em terreiros concretados. Em comparação com os terreiros de terra, favorecem a secagem mais rápida e a obtenção de cafés de melhor qualidade (REINATO, 2006). Poucos terreiros de concreto são construídos de acordo com as recomendações técnicas, para obter uma adequada pavimentação. Aqueles construídos em placas favorecem a ocorrência de trincas, rachaduras, perda de parte do revestimento e emergência de várias plantas daninhas, não estando, portanto, de acordo com as recomendações técnicas. Tais problemas são favoráveis ao acúmulo de grãos de café que irão fermentar, podendo comprometer diversos lotes durante a secagem (BORÉM, 2008).

Para obter a melhor pavimentação com concreto aconselha-se que, após a terraplenagem, o leito seja compactado, a sub-base molhada e revestida com lona plástica de polietileno. Posteriormente, realiza-se a concretagem de média a alta resistência, reforçada com telas metálicas de malhas de 0,15 m, com ferros de 4,2 mm, e juntas de dilatação (BORÉM, 2008).

Terreiro de lama asfáltica

O elevado custo da pavimentação com concreto pode inviabilizar o revestimento dos terreiros. Entretanto, alternativas de baixo custo têm sido usadas com sucesso. O terreiro de lama asfáltica apresenta-se como uma boa opção do ponto de vista econômico (ABRAHÃO et al., 2002). Apesar de ser um revestimento asfáltico, possui baixa retenção de calor, uma vez que é constituído por uma camada de 5 mm de espessura, servindo tão somente como uma impermeabilização do terreiro de terra. Pesquisas recentes realizadas na Ufla têm demonstrado que esse tipo de terreiro não altera a qualidade do café, inclusive de cafés descascados secados em camadas finas e revolvidos intensamente. Não transferem aos grãos qualquer sabor ou aroma estranho (REINATO, 2006).

Terreiro suspenso

Alguns autores, como Micheli (2000), atribuem ao leito suspenso a melhor qualidade observada nos cafés descascado e despolpado, comparativamente à secagem conduzida pelo método tradicional. Entretanto, a qualidade do café dependerá de fatores relevantes como locais de construção, origem da matéria-prima cultivar e local de produção, espessura da camada de café durante a secagem e manejo durante o processamento. Por isso, recomenda-se evitar generalizações quanto ao melhor tipo de terreiro para obter cafés com qualidade. Embora apresentem a vantagem de proporcionar um produto limpo e com as características preservadas, as operações são mais trabalhosas e difíceis do que no terreiro tradicional, sendo consideradas pouco ergonômicas. Nesses terreiros, podem ser adaptados lençóis plásticos para cobrir o café em caso de chuva e mais usualmente para cobrir o café após a meia-seca, durante a noite.

Estufa secadora

A estufa secadora é uma alternativa que permite a secagem de grandes quantidades

de café, em regiões com dificuldades de encontrar terrenos planos próprios para construção dos terreiros tradicionais, bem como em locais com elevada UR, durante a noite e nas primeiras horas da manhã, com risco de formação de orvalho e reumedecimento do café seco.

Cuidados especiais devem ser adotados no uso da estufa tendo em vista os riscos de atingir temperaturas excessivamente elevadas no seu interior. Recomenda-se, assim, o monitoramento das características termodinâmicas do ar e o uso de exaustores para reduzir a temperatura, quando forem registrados valores acima do recomendado para uma secagem adequada.

Terreiro secador

O terreiro secador ou terreiro híbrido é um sistema que possibilita a secagem completa do café no terreiro, mesmo em regiões com alta nebulosidade e riscos de precipitação durante o período de secagem, como é comum na Zona da Mata de Minas Gerais. A adaptação do terreiro consiste na colocação de dutos no piso, o que possibilita a distribuição de ar quente por meio da massa de café que fica enleirada sobre os dutos de ar. Segundo Silva (2001), esse sistema de secagem apresenta baixo custo de implantação proporcionado pela redução de área e pelo menor tempo de secagem, quando utilizado com ar aquecido.

MANEJO DO CAFÉ DURANTE A SECAGEM EM TERREIRO

Sendo a secagem uma das etapas mais críticas da pós-colheita, tanto pelos altos custos envolvidos, quanto pelos riscos que representa à qualidade do café, todos os cuidados devem ser observados nos mínimos detalhes tendo em vista preservar ou até mesmo aprimorar a qualidade dos lotes de café.

Manejo tradicional para cafés naturais

Para preservar a qualidade é fundamental que o café seja lavado e espalhado

no terreiro no mesmo dia da colheita. No início da secagem a superfície do terreiro pode ficar completamente molhada em razão do excesso de água proveniente do lavador. Para evitar que isso ocorra, a água remanescente do lavador deve ser drenada, quando o café ainda estiver no carrinho ou na carreta, antes de ser espalhado no terreiro. Além disso, no início da secagem, o café possui elevado teor de água e apesar de essa água ser facilmente retirada quando exposta ao sol, sua permanência favorece o rápido desenvolvimento de fungos e a ocorrência de fermentação, especialmente na parte inferior que fica em contato com o terreiro.

Os cafés naturais podem ser lotes de café constituídos exclusivamente por frutos cereja ou por uma mistura de frutos em diferentes estádios de maturação. Observa-se que tanto os frutos no estádio cereja como o passa, nos primeiros dias, descascam-se facilmente por causa da compressão durante a movimentação. Por isso, enquanto o café estiver muito úmido e sujeito ao descascamento, deve-se evitar revolvê-lo demasiadamente, minimizando a remoção da casca e secagem desigual.

Após o murchamento do café, que pode ocorrer em cerca de dois dias de exposição ao sol, dependendo das condições locais de secagem, deve-se iniciar o revolvimento manual ou mecânico dos frutos, continuamente, com o auxílio de equipamentos apropriados. Destaca-se que, quanto maior o número de revolvimentos mais uniforme será a secagem, favorecendo a obtenção de um café com bom aspecto.

O revolvimento manual é realizado com rodos de metal ou de madeira, devendo o operador caminhar sempre sobre a projeção de sua sombra. O uso de tratores ou animais para rodar o café deve ser avaliado, pois, se por um lado a operacionalidade é aumentada e o uso de mão de obra reduzido, por outro o peso do trator ou de animais pode retirar a casca do café o que possibilita a exposição direta do endosperma ao ambiente, resultando em

prejuízo para a qualidade final do produto. No uso de tratores, esse problema poderá ser minimizado com defletores colocados na frente das rodas.

Verifica-se que a mistura de lotes é uma prática comum entre os produtores, que chegam a misturar lotes com até cinco dias de diferença de colheita. Essa operação irá produzir cafés com uma grande variação no teor de água entre os grãos, resultando em lotes com coloração desuniforme e, na pior situação, cafés ardidos ou mesmo com elevado teor de água no armazenamento. Assim, recomenda-se que o volume colhido diariamente esteja de acordo com a capacidade operacional do processamento para a formação de lotes homogêneos.

O teor de água abaixo de 30% indica que o café atingiu a meia-seca. Nessa etapa, o café deverá ser amontoado formando leiras no sentido da maior declividade do terreiro, ou amontoado, e coberto com panos ou lonas. Essa operação favorecerá a conservação do calor absorvido durante o dia, garantindo melhor uniformização e redistribuição da umidade na massa de café. Quando a secagem em terreiro for realizada somente até a meia-seca, a remoção da água será complementada usando-se secadores mecânicos com ar aquecido. O uso da secagem combinada pode reduzir a área dos terreiros em até 50%.

Manejo para os frutos verdes de café

Os cuidados com a secagem de frutos verdes em terreiro têm sofrido diversas modificações nos últimos anos. O principal problema nesta secagem refere-se à formação do defeito preto-verde, formado principalmente sob elevadas temperaturas de secagem e, eventualmente, sob condições favoráveis à fermentação. A recomendação que tradicionalmente é feita para a secagem dos frutos verdes logo no início do processo é que esteja disposto em leiras de 20 cm, com revolvimento periódico até o total escurecimento da casca. Posteriormente, o café deverá ser esparramado e conduzindo à

secagem de acordo com as recomendações para o café natural.

No entanto, os frutos verdes possuem elevado teor de água, bem como água livre na sua superfície. Com isso, tem-se preferido, nos primeiros dias de secagem do café verde, manter os frutos espalhados em camadas finas, intercalados com pequenas leiras de 3 cm, com revolvimento constante até que atinjam a meia-seca, evitando-se que os frutos fiquem com a casca preta. A partir desse ponto, leiras com 15 a 20 cm de altura deverão ser formadas para reduzir a taxa de secagem e impedir a elevação da temperatura, o que resultaria na formação do defeito preto-verde.

Para obter uma secagem mais uniforme e lenta, as leiras deverão ser periodicamente movimentadas permitindo o revolvimento dos frutos. Esses cuidados têm permitido a obtenção de lotes de frutos verdes com melhor aspecto e qualidade, que os produzidos de maneira tradicional.

Manejo para café em pergaminho

O café cereja descascado, despulpado ou desmucilado deverá ser esparramado em camada fina, equivalente a cerca de 7 L/m², permitindo a rápida remoção da água superficial ou desidratação da mucilagem remanescente. À medida que a secagem prossegue, a espessura da camada deverá ser aumentada até o máximo de 2 cm, intercalando-as com pequenas leiras.

A secagem do café em pergaminho no terreiro com frequência é realizada somente até a meia-seca ou, em alguns casos, por apenas dois dias para, posteriormente, ser conduzido ao secador.

Elevadas taxas de redução de água podem ocorrer tanto com o uso de altas temperaturas do ar de secagem, como quando o café estiver com teores de água acima de 40%, como ocorre nas primeiras horas de secagem. De acordo com Borém et al. (2008), para a secagem combinada, recomenda-se que o café cereja descas-

cado permaneça pelo menos três dias no terreiro sob adequadas condições de secagem. Isto possibilita que o emprego de temperaturas elevadas seja iniciado com o produto com teor de água mais baixo, minimizando, assim, os efeitos nocivos das elevadas taxas de secagem na qualidade do produto.

MANEJO DO CAFÉ DURANTE A SECAGEM EM SECADORES

Secagem com altas temperaturas

Os métodos de secagem que empregam ar aquecido com temperatura superior a 10 °C, em relação à do ambiente, são considerados de altas temperaturas.

A secagem do café com altas temperaturas torna-se necessária em regiões com condições impróprias para a completa secagem em terreiros ou mesmo em grandes propriedades com elevado volume diário de colheita. Nessas propriedades, ainda que as condições climáticas sejam favoráveis, a grande área necessária para uma secagem completa nos terreiros constitui um fator limitante. A combinação da secagem em terreiros e secadores mecânicos apresenta-se como a melhor solução para esses casos.

Na secagem com altas temperaturas empregam-se temperaturas e fluxos de ar elevados resultando, conseqüentemente, em menor tempo de secagem. O fluxo de ar utilizado depende do tipo de secador e varia de 10 a 100 m³/min/t. Esse é o sistema usado nos secadores horizontais, verticais e de camada fixa, comumente empregados na secagem do café.

Com frequência, técnicos e produtores relatam que os cafés secados mecanicamente, com alta temperatura, apresentam bebida dura ou inferior, além de grãos manchados e desuniformes. O ressecamento empalidece o grão e temperaturas superiores a 80 °C podem originar grãos superaquecidos de cor acinzentada. Essa observação, além de muito importante, é verdadeira, pois a secagem é uma etapa do processamento que pode comprometer a

qualidade do café, se não for bem conduzida. A manutenção da qualidade do café durante a secagem com altas temperaturas depende especialmente do cuidado com a temperatura que os frutos ou grãos de café irão atingir, bem como, da taxa de remoção de água do produto.

Apesar de, atualmente, existirem vários tipos de secadores com tecnologia satisfatória para obtenção de um produto final de qualidade, observa-se que são poucos os cafeicultores que possuem um equipamento na propriedade, predominando o uso dos terreiros, seja por falta de capital, seja por inexistência de equipamentos que atendam a pequenos volumes de processamento.

Secadores horizontais

Os secadores horizontais constituem um cilindro tubular horizontal que gira em torno de seu eixo com velocidade de 2,5 e 3 rotações por minuto (rpm). Apresentam fluxo de ar radial, com movimento contínuo dos grãos dentro do secador.

Quando corretamente operados, proporcionam boa uniformidade de secagem, facilidade e rapidez de carga e descarga e menor tempo de secagem. Necessitam de cuidados especiais no controle da temperatura e distribuição do ar para preservar a qualidade do café.

Os secadores rotativos podem ser dotados de tulpas de descanso ou câmara de repouso, cujo objetivo é promover a homogeneização do café e economizar energia, bem como aumentar a capacidade de secagem.

O ar aquecido é movimentado por um ventilador por meio do *plenum* que, nesse caso, também funciona como duto para o transporte do ar até o final do secador. Essa dupla função do *plenum* pode resultar em uma distribuição desuniforme do ar ao longo do secador. Estudos realizados por Reinato (2006) demonstraram a existência de gradientes de temperatura em secadores rotativos, na secagem de café em coco, os quais podem estar associados à redução na qualidade do café.

Nos modelos mais recentes esse problema é minimizado com a instalação de defletores de ar em diferentes pontos do duto. O ar quente passa por uma chapa perfurada e percorre radialmente o cilindro do secador. A rotação do secador provoca o movimento contínuo dos grãos, possibilitando, assim, o revolvimento do produto. O ar saturado de umidade sai pelas perfurações do cilindro secador.

Secadores verticais

Nos secadores verticais, também conhecidos como secador-baú, os frutos de café deslocam-se, por gravidade, em colunas verticais construídas com chapas metálicas perfuradas. Normalmente, é usado para a complementação da secagem iniciada em secadores horizontais, quando esses operam como pré-secadores ou na finalização da secagem dos cafês provenientes de terreiros. No entanto, como necessitam de elevadores para movimentar constantemente o café, esses secadores não são adequados para a secagem de cafês com alto teor de água.

Apesar da alta capacidade de secagem, baixo custo inicial e facilidade de manuseio, observam-se nos secadores de fluxos cruzados alto consumo de energia, desuniformidade de secagem e baixa qualidade do produto. De acordo com Silva (2001), deve-se, para esse tipo de secador, evitar que a temperatura do ar ou da massa de café ultrapasse 70 °C e 45 °C, respectivamente. O ar de exaustão da secagem é canalizado para fora do secador por meio de ventiladores.

Secador de camada fixa

No secador de camada fixa ou leito fixo, o café permanece estático na câmara de secagem, enquanto o ar é forçado mecanicamente pelo ventilador a passar através da camada do produto, reduzindo o seu teor de água. Após a secagem com ar aquecido, o café é resfriado no próprio secador, interrompendo-se o fornecimento de energia, deixando apenas o ventilador ligado.

A secagem em camada fixa apresenta baixo custo inicial e menor custo operacional. No entanto, possui baixa capacidade de secagem e há formação de gradiente de umidade na camada de grãos, podendo comprometer a qualidade final do café. Esse sistema é simples, relativamente barato e compatível com a capacidade de investimento de grande número de pequenos agricultores. Além da secagem do café, também pode ser usado para diversas outras finalidades como secagem de milho em espiga, feijão em rama, feno e demais produtos.

A fornalha comumente usada é do tipo fogo direto de fluxo descendente, onde a totalidade dos gases de combustão é misturada com o ar ambiente e succionada pelo ventilador. Um ciclone cilíndrico entre a fornalha e o ventilador impede a injeção de partículas de cinzas e fagulhas na câmara de secagem e evita possíveis incêndios. O uso correto da fornalha e a queima de lenha seca são cuidados que minimizam problemas de contaminação do café com fumaça (SILVA et al., 2001).

Secagem com uso de coletor solar

O uso de coletor solar para aquecimento do ar, para secagem de produtos agrícolas, não tem sido uma prática comum, por causa da inexistência de sistemas comerciais à disposição dos cafeicultores e da necessidade de grande área de captação da radiação solar, que permita o aquecimento do ar ambiente à temperatura desejada, o que torna o sistema antieconômico (SILVA et al., 2003).

Secagem em baixas temperaturas

A secagem em baixas temperaturas ocorre quando se usa ar forçado aquecido entre 5 °C e 10 °C acima da temperatura do ar ambiente por meio de ventiladores. Em geral, nesse tipo de secagem, o produto pode perder água até que seja atingido o equilíbrio higroscópico com o ar de secagem.

A secagem a baixas temperaturas é um processo lento, porém com baixo consumo de energia, quando comparado com a secagem com altas temperaturas. Esse sistema, devidamente projetado e manejado, constitui um método econômico e tecnicamente eficiente. No entanto, ainda é pouco usado na secagem de café (BORÉM, 2008).

A escolha do fluxo de ar adequado é de vital importância para o sucesso dos sistemas de secagem em baixas temperaturas. A utilização de fluxo de ar abaixo do valor adequado aumenta demasiadamente o tempo de secagem, podendo comprometer a qualidade final do produto.

As recomendações de fluxos mínimos de ar para a secagem são geralmente expressas em vazão de ar por unidade de volume do produto e o seu dimensionamento deve ser tal que permita a secagem completa da massa de café, sem que ocorra a deterioração das camadas superiores (SILVA, 2001).

INTERFERÊNCIA DA SECAGEM NA QUALIDADE DO CAFÉ

Temperatura e qualidade

Depois do ataque de fungos e da ocorrência de fermentações indesejáveis, as elevadas temperaturas e taxas de secagem têm sido consideradas os principais fatores para a perda da qualidade do café, durante a pós-colheita.

A secagem adequada é aquela em que a água é removida lentamente sem, no entanto, permitir a ocorrência de fermentações. Por outro lado, a necessidade de liberação de espaço em terreiro e do próprio secador estimula a busca por uma desidratação mais rápida sem prejuízos à qualidade da bebida do café. Uma das alternativas é o uso de temperaturas elevadas. Entretanto, a má condução da secagem nos secadores mecânicos, em especial, no controle da temperatura resulta, com frequência, em cafês descascados e despulpados com bebida dura.

Na secagem de cafés descascados, recomenda-se que a temperatura da massa não ultrapasse 40 °C. No entanto, nos secadores horizontais rotativos, a temperatura da massa é normalmente monitorada por termômetros com haste de até 100 mm de profundidade. Assim, quando o termômetro indicar valores máximos de 40 °C, a temperatura da massa do café já poderá ter atingido valores de até 60 °C, contrariando as recomendações técnicas para os valores máximos de temperatura, resultando em cafés de má qualidade. Nesses casos, recomenda-se que a haste do termômetro atinja pelo menos 50% do raio do secador horizontal e que a temperatura indicada por esse termômetro não ultrapasse 40 °C (BORÉM, 2008).

Além do efeito direto da temperatura, a interação entre temperatura e teor de água inicial do café também interfere na qualidade do produto, de tal forma que a qualidade não será preservada apenas evitando-se fermentações. Com o objetivo de manter intacto o interior do grão, a secagem deve ser a mais lenta possível.

Segundo Borém, Marques e Alves (2008), altas taxas de secagem provocadas por elevadas temperaturas causam prejuízos à qualidade do café pelos danos ao endosperma dos grãos. As membranas celulares são danificadas principalmente entre os teores de água de 30% e 20% bu, quando o café natural e o despulpado são secados com temperatura de 60 °C. A partir desses resultados, Taveira (2009) e

Oliveira (2010) estudaram a utilização de altas temperaturas no início da secagem seguidas por temperaturas mais baixas, visando o menor tempo de exposição do produto à secagem sem causar prejuízos na qualidade dos grãos de café. No entanto, altas temperaturas provocam perda da qualidade sensorial independentemente do método de secagem e da forma de processamento. Esses autores verificaram que temperaturas da massa de café acima de 40 °C, independentemente do momento que são aplicadas, causam danos fisiológicos principalmente nos cafés processados via seca e, conseqüentemente, prejuízo na qualidade da bebida (Quadros 1 e 2).

Durante a secagem, alterações fisiológicas podem ocorrer comprometendo a qualidade da bebida do café. Vários estudos têm sido realizados para correlacionar a manutenção da qualidade fisiológica com a qualidade sensorial da bebida durante

esse processo (BORÉM; MARQUES; ALVES, 2008; TAVEIRA, 2009; SAATH et al., 2010; OLIVEIRA, 2010). Grãos com membranas mal estruturadas, desorganizadas e danificadas, em consequência de elevadas temperaturas, lixiviam maior quantidade de solutos, apresentando maiores valores de condutividade elétrica (PRETE, 1992).

Estudos histoquímicos, realizados por Borém, Marques e Alves (2008), Saath et al. (2009) e Oliveira (2010), demonstraram a manutenção da compartimentalização dos corpúsculos de óleo, que se apresentam distribuídos uniformemente em todo o perímetro interno da membrana plasmática, quando os grãos são secados a 40 °C. Em contraste, no endosperma dos grãos secados a 60 °C, observou-se a fusão dos corpúsculos de óleo formando grandes gotas no espaço intercelular, indicando a ruptura da membrana plasmática e das vesículas de óleo (Fig. 1).

QUADRO 1 - Valores médios das notas finais da análise sensorial do café, obtidos em função do método de secagem - Lavras, MG, 2009

Tratamento de secagem	Nota final
Terreiro	80,35 a
60/40 °C	79,05 b
60 °C	77,64 c

FONTE: Taveira (2009).

NOTA: Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Análise sensorial realizada de acordo com o método da Specialty Coffee Association of America (SCAA).

QUADRO 2 - Valores médios das notas sensoriais para a interação entre tratamentos de secagem e formas de processamento

Forma de processamento	Tratamento de secagem			
	Terreiro	50/40 °C	60/40 °C	40/60 °C
Despulpado	79,54 aA	79,08 aA	78,67 aA	75,96 bA
Natural	79,33 aA	76,29 bB	75,54 bB	75,88 bA

FONTE: Oliveira (2010).

NOTA: Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. Análise sensorial realizada de acordo com o método da Specialty Coffee Association of America (SCAA).

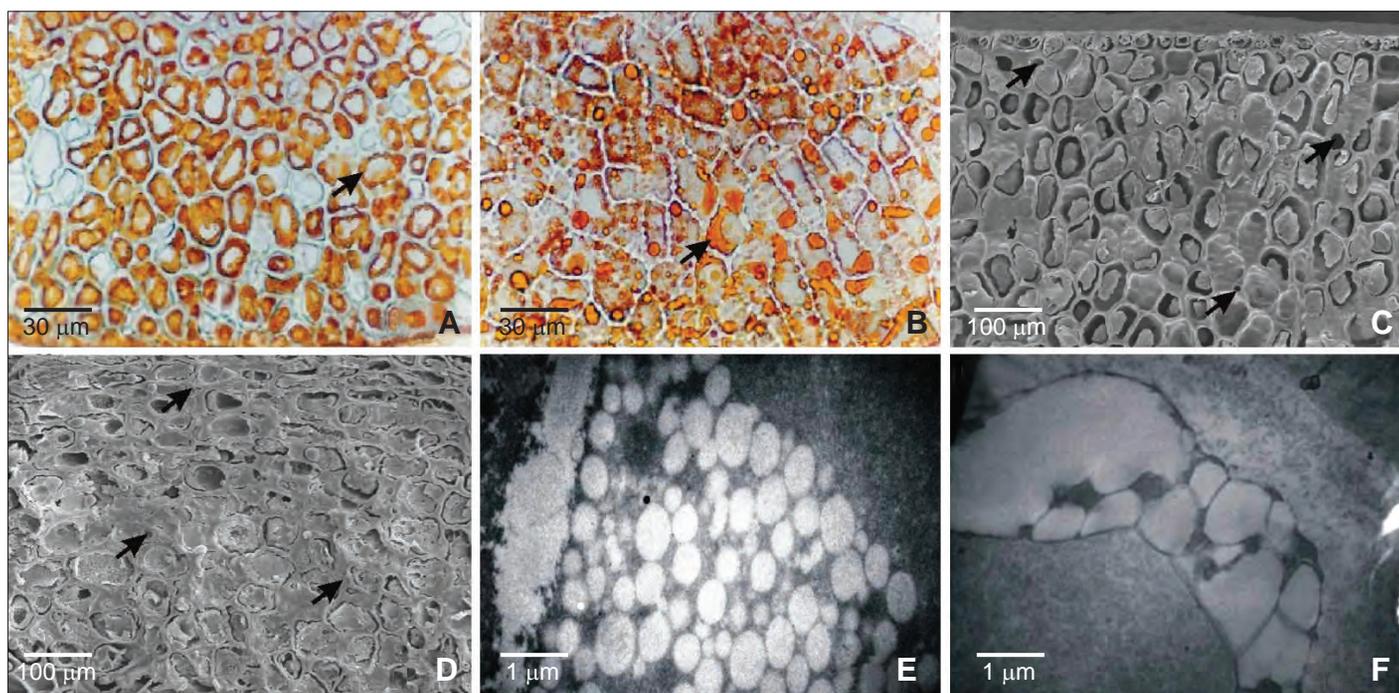


Figura 1 - Alterações na estrutura do endosperma do café sujeito a diferentes condições de temperatura e secagem

FONTE: Borém (2008).

NOTA: A e B - Microscopia de luz do teste histoquímico do endosperma do café que mostra: A - Corpúsculos intactos de óleos dentro das células (seta), B - Grandes gotas de óleo nos espaços intercelulares, indicando a ruptura da membrana plasmática; C a F - Microscopia eletrônica do endosperma do café que mostra: C - Micrografia eletrônica de varredura das células do endosperma do café após a secagem a 40 °C. É possível observar a preservação do material celular no interior das células, bem como o espaço intercelular vazio (setas), D - Micrografia eletrônica de varredura das células do endosperma do café após secagem a 60 °C. Observa-se que as células do endosperma estão completamente cheias com material celular e os espaços intercelulares foram obstruídos (setas), indicando a ruptura das células, E - Micrografia eletrônica de transmissão das células do endosperma do café após secagem a 40 °C. É possível observar grandes números de vesículas intactas, F - Micrografia eletrônica de transmissão das células do endosperma após a secagem a 60 °C observa-se a coalescência e o colapso das vesículas de óleo.

Parcelamento da secagem e qualidade

O parcelamento da secagem, ou seja, interrupção desse processo com teor de água elevado por horas ou até mesmo dias, e reinício da secagem após esse período de repouso, é uma técnica que tem sido realizada na prática para várias culturas com o objetivo de reduzir o tempo efetivo de secagem (tempo de funcionamento do secador).

Martin et al. (2009), ao estudarem a secagem intermitente do café cereja descascado, intercalando 12 horas de secagem com ar aquecido a 50 °C, com 12 horas de repouso, observaram uma redução de 24,56% no tempo efetivo de secagem do café, quando comparado com a secagem contínua. No entanto, são escassos os resultados de pesquisas que dão suporte ao uso dessa técnica para a secagem de

café, no que se refere à manutenção da qualidade da bebida.

Isquierdo (2008) estudou o efeito do parcelamento da secagem do café cereja desmucilado. O café foi secado à temperatura de 40 °C, até os teores de água de 16%, 20% e 24% bu, e permaneceu em repouso por 2, 6 e 12 dias até a retomada da secagem. Esse autor verificou que tanto o teor de água no início do repouso, quanto o período de repouso não apresentaram efeitos significativos na qualidade da bebida. Já as análises de condutividade elétrica e lixiviação de potássio indicaram menores danos ao sistema de membranas do café, quando a secagem foi interrompida com o teor de água de 24% ± 2% bu, independentemente do tempo de repouso, comparativamente com os cafés submetidos à secagem contínua.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção sustentável da atividade cafeeira depende, entre outros fatores, de redução dos custos de produção e oferta de cafés de alta qualidade.

O equilíbrio desses dois fatores depende do foco adotado pelo cafeicultor: produção empresarial de larga escala ou produção de cafés especiais. Em ambos os casos, a etapa de secagem possui elevada importância, pois é o principal componente dos custos de processamento e interfere diretamente na qualidade do café.

Na cafeicultura empresarial, é fundamental a redução dos custos de processamento, o que garante a produção de café sem defeitos na bebida. Extensas áreas de terreiros e longos períodos de secagem, além de elevarem os custos de secagem, representam gargalos no fluxo de processa-

mento. Novas tecnologias e equipamentos que preservem a qualidade mínima do café, mas que reduzam o tempo de secagem e, conseqüentemente, os custos de produção, tornaram-se imprescindíveis para a cafeicultura empresarial e moderna.

Por outro lado, na cafeicultura de montanha ou mesmo na de produção familiar, a redução do custo de produção deverá obrigatoriamente ser acompanhada pela elevação da qualidade do café. Considerando que as sementes, após a colheita, estão fisiologicamente ativas e que alterações metabólicas ocorrem durante o processamento e a desidratação do café, compostos metabólicos podem ser consumidos e outros podem ser produzidos, alterando o perfil daqueles precursores do sabor e do aroma do café torrado. Mais uma vez, novas tecnologias, com foco nos controles finos dos parâmetros de secagem, possuem papel importante.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, E.J. et al. Qualidade do café: terreno pavimentação com lama asfáltica. **Cafeicultura**, Patrocínio, v. 1, n. 4, p. 6-7, nov. 2002.
- BORÉM, F.M. Processamento do café. In: _____. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. cap.5, p.127-158.
- _____; MARQUES, E.R.; ALVES, E. Ultrastructural analysis of drying damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. **Biosystems Engineering**, v.99, n.1, p.62-66, Jan. 2008.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Westport: AVI, 1978. 265p.
- CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Microflora. In: _____. (Ed.). **Storage of cereal grain and their products**. 2.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974. p.158-192.
- ISQUIERDO, E.P. **Secagem e qualidade do café cereja desmucilado submetido a diferentes períodos de repouso**. 2008. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- MARTIN, S. et al. Qualidade do café cereja descascado submetido a secagem contínua e intermitente, em secador de camada fixa. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 11 p 30-36, 2009.
- MCLOY, J. F. Mechanical drying of arabica Coffee. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.44, n. 516, p. 13-26, 1979.
- MICHELI, G. La seca del café como factor de calidad, café descascado y secado en parihuela. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA, 2000, San José, Costa Rica. **Anales...** San José: ICAFE: IICA-PRO-MECAFE, 2000. p. 55-60.
- OLIVEIRA, P.D. **Microscopia eletrônica de varredura e aspectos fisiológicos associados à qualidade da bebida de café submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. 2010. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.
- REINATO, C. H. R. **Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários**. 2006. 111p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- SAATH, R. et al. Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.1, p.196-203, jan./fev. 2010.
- SILVA, J. de S. (Ed.). **Secagem e armazenamento do café: tecnologias e custos**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 162p.
- _____. et al. Custo e gerenciamento da secagem de café em sistemas combinados. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 475-526.
- _____. et al. **Sistema híbrido para secagem: solar e biomassa**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 65p.
- TAVEIRA, J.H.S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos associados à qualidade da bebida de café submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.



CANA-DE-AÇÚCAR

Produção de mudas e capacitação técnica para produtores.

Avaliação e recomendação de variedades para produção de cachaça, utilização em usinas e alimentação animal.



EPAMIG

Unidade Regional EPAMIG Centro-Oeste
Rod. MG-424 km 64 - Caixa Postal 295
CEP 35701-970 - Prudente de Moraes - MG
Telefax: (31) 3773-1980
e-mail: ctco@epamig.br

Tecnologia e Qualidade



O café EPAMIG é fruto de uma rigorosa seleção de grãos provenientes da região Sul de Minas e do Cerrado Mineiro, tradicionalmente reconhecidas pela produção de cafés especiais.

É um café 100% arábica, obtido por meio de colheita seletiva, ou seja, somente de frutos maduros (cerejas), processados na forma de "cereja descascado", grãos selecionados, apresentando potencial para a produção de cafés de alta qualidade.

Apresenta torração média, o que acentua o sabor e o aroma, possuindo equilíbrio entre a doçura e a acidez, digno dos melhores cafés.

Informações e aquisição

EPAMIG - Fazenda Experimental de Machado
CEP 37750-000 Cx. Postal 50 Machado - Minas Gerais
Telefax: (35) 3295-1527 - (35) 3295-1099
E-mail: fema@epamig.br



Armazenamento e qualidade do café

Flávio Meira Borém¹
Fabiana Carmanini Ribeiro²
Luisa Pereira Figueiredo³
Francile Dias Barbosa⁴

Resumo - O armazenamento é uma prática obrigatória na cadeia produtiva do café e tem a finalidade de manter a qualidade do produto estocado por um período que se estende da colheita até a comercialização, permitindo a adequada distribuição e o abastecimento de diferentes mercados consumidores. O café é um dos produtos agrícolas cujo preço baseia-se em parâmetros qualitativos, variando significativamente o valor com a melhoria de sua qualidade. A qualidade da bebida do café, caracterizada principalmente por seu sabor e aroma, é determinada por precursores presentes no grão cru, inerentes aos fatores genéticos, ambientais e tecnológicos envolvidos nos processos de produção, colheita, método de secagem e processamento. Contudo, a manutenção desses atributos sensoriais desejáveis depende essencialmente das condições de armazenamento do café que garante o suprimento das demandas, a distribuição do produto no espaço e no tempo, sendo peça fundamental na relação dos preços praticados no mercado.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Armazém. Cafés especiais. Características sensoriais. Composição química. Qualidade do café. Grão cru.

INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos agrícolas cujo preço baseia-se em parâmetros qualitativos, variando significativamente o valor com a melhoria de sua qualidade. No mercado mundial, cresce cada vez mais a demanda por cafés especiais em proporções maiores do que os cafés commodities, indicando a preferência dos consumidores por cafés de qualidade que tenham atributos diferenciados.

A preservação desses atributos sensoriais depende essencialmente das condições de armazenamento do café, sendo, por essa razão, considerado uma das mais importantes etapas para a manutenção da qualidade do produto final, além de suprir

demandas na entressafra e/ou assegurar ao produtor melhor preço no mercado.

Para que o setor de armazenamento atinja sua finalidade é necessário um conjunto bem estruturado de armazéns e silos que constituem a rede armazenadora. Estruturalmente, uma rede de armazenagem apresenta-se como elemento indispensável à cadeia produtiva do café. É constituída de estruturas convencionais e granelizadas destinadas a receber a produção de café, preservá-la em perfeitas condições técnicas e redistribuí-la posteriormente. Por possibilitar a estabilização dos preços e garantir o abastecimento, a rede de armazenamento constitui um elemento indispensável ao incentivo à produção, sendo peça-chave

na gestão econômica da atividade agrícola.

Um armazenamento eficiente ocorrerá em estruturas tecnicamente adequadas, localizadas nas fazendas, em cooperativas ou centros distribuidores.

Nas unidades de fazenda, os armazéns ou silos localizam-se na empresa agrícola prestando serviço a um só usuário. Em geral, predominam as tulhas para o armazenamento a granel do café em coco ou em pergaminho e, em menor escala, o armazenamento convencional em sacos.

As unidades coletoras, localizadas nas proximidades das fazendas e em centros de produção, servem a vários usuários, sendo representadas pelas cooperativas e armazéns gerais. Já as unidades terminais

¹Eng^a Agr^a, Pós-Doc, Prof. Associado III UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: flavioborem@deg.ufla.br

²Eng^a Agr^a, Doutoranda UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: fabianacarmanini@yahoo.com.br

³Eng^a Alimentos, Doutoranda UFLA - Depto. Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: lupeft@gmail.com

⁴Eng^a Agrícola, Mestranda UFLA - Depto. Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: francile_barbosa@yahoo.com.br

localizam-se nas indústrias e nos portos. Em ambos os casos, o armazenamento é feito predominantemente do café beneficiado, sendo o maior volume estocado de forma convencional em sacos. Recentemente, empresas exportadoras vêm adotando, de maneira crescente, o armazenamento a granel do café beneficiado com o objetivo de reduzir custos operacionais.

Durante o armazenamento, normalmente as características iniciais do café são alteradas, podendo ocorrer transformações físicas, químicas e sensoriais que se intensificam com o tempo, dependendo das condições e das variações ambientais.

Além do ataque de fungos e insetos, o metabolismo dos frutos secos (natural ou em pergaminho) ou do café beneficiado resulta em mudanças na cor, sabor e aroma do café. Fatores como temperatura, umidade relativa (UR) do ar ambiente, concentração de dióxido de carbono/oxigênio (CO_2/O_2), luz, qualidade inicial do produto armazenado, teor de água, estágio de maturação, tipo de armazenamento entre outros, determinam o potencial de preservar a qualidade do café durante o armazenamento.

A determinação da qualidade do café baseia-se na avaliação de suas características físicas e sensoriais, por meio da classificação por peneira, tipo, análise da bebida e pelo aspecto visual.

MÉTODOS DE ARMAZENAMENTO

O armazenamento de grãos tem a finalidade de manter a qualidade do produto estocado por um período que se estende da colheita até a comercialização, permitindo, assim, a adequada distribuição e o abastecimento de diferentes mercados consumidores (BORÉM et al., 2008a).

Para um adequado armazenamento, o processo deve-se iniciar na propriedade, logo após a secagem. O café é armazenado em coco ou em pergaminho, em tulpas, para que ocorra estabilização de seus componentes químicos e homogeneização do teor de água.

Segundo Borém et al. (2008a), o método de armazenamento é classificado de acordo com a forma de acondicionamento

e manuseio do produto: o café armazenado em sacos de juta refere-se ao convencional, e, no armazenamento a granel, o café é estocado e manuseado sem sacaria. Qualquer que seja o método, o local escolhido para instalar o armazém deve ser limpo, ventilado e ensolarado.

Armazenamento convencional

Segundo Corrêa et al. (2003) e Vieira et al. (2001), a maior parte do café brasileiro é armazenado no sistema convencional, em sacos de juta, em razão do grande número de armazéns construídos e em funcionamento no País.

O armazenamento convencional (Fig.1) apresenta algumas vantagens, tais como:

- possibilidade de manter a individualidade dos lotes;
- remoção de qualquer quantidade de sacos para se formar ligas;
- remoção de sacos que tenham sofrido algum tipo de deterioração;
- adaptação vantajosa ao comércio de pequena escala;
- menor custo inicial das instalações.

Além disso, o acesso e a inspeção dos lotes depositados são comparativamente mais fáceis do que no sistema granelizado.

Além disso, o acesso e a inspeção dos lotes depositados são comparativamente mais fáceis do que no sistema granelizado.

No entanto, o armazenamento convencional apresenta algumas desvantagens. O elevado custo operacional, representado principalmente pela necessidade de reposição de sacaria, e o intenso uso de mão de obra nas operações de movimentação podem ser consideradas como as principais desvantagens. Também são consideradas desvantagens:

- a baixa cadência operacional, ou seja, menor agilidade nas operações de carga, descarga e movimentação do produto;
- baixa adaptação à automação dos processos;
- não permite o uso de termometria e aeração para o controle da temperatura;
- demanda maior área para uma mesma massa de café armazenado comparativamente ao armazenamento a granel.



Figura 1 - Armazenamento convencional de café

Tecnicamente, outra limitação do armazenamento convencional é a maior área de produto exposta ao ar ambiente, podendo resultar em problemas decorrentes das trocas de água. Nesse caso, ora o café poderá perder água para o ar mais seco, implicando na redução do peso do café estocado, ora poderá ocorrer reumedecimento, acelerando os processos de branqueamento e depreciação do café, como ocorre nos períodos mais úmidos do ano.

Ainda assim, a comercialização do café beneficiado possui características peculiares, estando fortemente embasada no método convencional, o que limita o uso de outras formas de manuseio e estocagem.

Outra forma de acondicionamento que vem sendo utilizada nos armazéns são embalagens denominadas big-bag, com capacidade para até 1.200 kg (Fig. 2). Essas big-bags apresentam a vantagem de se adaptarem facilmente ao manuseio mecanizado, minimizando o uso da mão de obra. Destaca-se, como desvantagem, a redução da capacidade estática de armazenamento, pela limitação da altura máxima de empilhamento. Para garantir estabilidade das pilhas, recomenda-se empilhamento máximo de três big-bags. Além disso, da mesma forma que nos sacos de juta, as big-bags apresentam a desvantagem de ser permeáveis ao ar ambiente (BORÉM et al., 2008a).

Técnicas de armazenamento do café em acondicionamento com atmosfera artificial têm potencial para garantir a preservação da qualidade por períodos mais prolongados e oferecer, ainda, melhoria na aparência e diferenciação do produto.

Segundo Borém et al. (2008b), algumas empresas brasileiras de produção e exportação de café já vêm utilizando o acondicionamento a vácuo com sucesso na preservação da qualidade dos grãos. Esse tipo de acondicionamento tem como principais méritos: remoção de diversos gases e outros voláteis, redução da pressão parcial de O_2 em níveis inferiores aos obtidos com controle atmosférico.

Grãos armazenados em embalagens hermeticamente fechadas e a vácuo deverão apresentar baixo conteúdo de água



Figura 2 - Armazenamento de café em big-bags

e, portanto, baixa atividade metabólica. Entretanto, tem elevado custo, não sendo viável para diversos produtores.

Borém et al. (2008b) e Nobre et al. (2007) afirmam que o armazenamento em sistemas herméticos, que permitam a modificação ou o controle da atmosfera, apresenta-se como alternativa viável na preservação da qualidade dos grãos de café, principalmente para a linha de cafés diferenciados, de alta qualidade e maior valor agregado.

Atendendo a uma demanda crescente por novas embalagens para grãos de café, recentemente surgiram, no mercado, sacos plásticos impermeáveis ao CO_2 , denominados GrainPro™, os quais estão sendo utilizados para revestir os tradicionais sacos de juta (TRUBEY; RAUDALES; MORALES, 2005). Essas embalagens vêm sendo empregadas principalmente durante o transporte marítimo, para exportação a

longa distância e por períodos prolongados. No entanto, além do elevado custo, têm capacidade para apenas 60 kg e não apresentam resistência à tração mecânica, chegando, muitas vezes, aos países importadores danificadas e com perfurações (HARRIS; MILLER, 2008).

Ribeiro (2010) propôs a utilização de big-bags herméticos revestidos com lona plástica de alta resistência (conforme especificado na patente depositada nº PI0903676-8) para o armazenamento de grãos de café sob atmosfera controlada e modificada, visando à preservação da qualidade por períodos prolongados. A atmosfera controlada baseia-se na modificação e no monitoramento periódico da concentração dos gases, como o CO_2 , no ambiente de armazenamento. Já a atmosfera modificada é aquela formada em recipiente hermeticamente fechado, criada ao redor do produto, por causa da impermeabilidade

da embalagem e da respiração do produto e dos demais organismos vivos ali presentes, porém, sem controle das concentrações dos gases (WHITE; LEESCH, 1996).

Do ponto de vista dos aspectos construtivos, os armazéns convencionais devem ser projetados para propiciar condições seguras de armazenagem por longos períodos, devendo, para isso, apresentar boa ventilação, impermeabilização do piso, iluminação controlada e pé-direito adequado.

Outras medidas podem ser adotadas para aumentar a segurança do café:

- a) proteção contra ratos;
- b) fundação elevada e piso impermeável com boa drenagem do terreno;
- c) isolamento da área de armazenagem de outras áreas destinadas ao processamento, evitando-se pó e ar úmido;
- d) manter limpas as partes interna e externa do armazém, sem acúmulo de entulho, pó, grãos e sacos de safra remanescente;
- e) isolamento contra umidade das duas primeiras fiadas de sacos, evitando contato com o piso.

Os lotes podem ser formados em função do tipo de café e proprietário, preservando-se a identidade do material depositado ou formado em função de padrões preestabelecidos com base no tipo e na bebida, independentemente do depositante, descaracterizando, assim, sua identidade. Sob o ponto de vista administrativo, o lote é a unidade de registro no armazém. Esse terá um endereço definido e seu histórico deverá ser registrado desde a chegada ao armazém até a expedição.

Com o objetivo de facilitar a localização dos lotes nos armazéns, esses podem ser divididos de acordo com a arquitetura do prédio e disposição de suas portas e colunas de sustentação. A maioria dos armazéns convencionais são divididos em: ruas, quadras e blocos, ficando a critério de cada empresa designar ou não uma nomenclatura específica para essa divisão.

A área do armazém compreende toda a superfície do terreno ocupada pelas várias

edificações e pode ser dividida em área útil e área inaproveitável. A área útil refere-se àquela aproveitável para o armazenamento da mercadoria, enquanto a área inaproveitável é ocupada pela balança, local para recepção de mercadorias, ruas para trânsito no interior do armazém, etc. A área útil do armazém normalmente deve representar 80% da área total.

Armazenamento a granel

No armazenamento a granel, o café é estocado e manuseado sem o uso de sacarias ou outras embalagens. Essa é a forma predominante no armazenamento do café em coco e em pergaminho, quando ainda encontram-se nas fazendas (Fig.3). As tulhas são as estruturas tradicionalmente usadas para essa finalidade. Normalmente, são silos multicelulares de madeira com fundo plano ou inclinado. As tulhas de fundo plano, apesar de possuírem maior capacidade, necessitam de mão de obra para seu total descarregamento.

As tulhas devem ser construídas de madeira para garantir melhor isolamento

térmico e também para evitar o reumedecimento do café. Ainda assim, pode-se observar, em determinadas regiões ou períodos do ano, reumedecimento do café localizado na parte superior das tulhas. Recomenda-se, nesse caso, cobrir o café com panos ou lonas.

A granelização do café beneficiado tem-se mostrado como uma tendência para grandes empresas exportadoras com vistas à redução dos custos de manuseio e transporte. Alguns armazéns e cooperativas já estão operando com o sistema a granel combinado com o sistema convencional. Nesse caso, o café poderá chegar ao armazém em sacas de juta, ser armazenado convencionalmente, porém ser manuseado e disposto em contêineres a granel, no momento da exportação.

Atualmente, o armazenamento a granel de café beneficiado em silos metálicos vem sendo adotado por empresas que comercializam grandes quantidades de café com características uniformes.

O armazenamento a granel oferece algumas vantagens sobre o armazenamento



Figura 3 - Armazenamento granelizado de café em tulhas de madeira

convencional, como: maior velocidade na carga e descarga, menor custo de transporte, maior controle da temperatura do produto armazenado, quando devidamente equipado com sistema de aeração e termometria, além de menor demanda de recursos humanos por causa da grande utilização da mecanização nos processos e maior aproveitamento da área de armazenamento.

Entretanto, apresenta também desvantagens como: maior investimento inicial na construção dos silos, dificuldade de individualizar lotes pequenos e remoção de grãos que, eventualmente, estejam deteriorados. Outra objeção ao armazenamento a granel de café é a dificuldade de fazer um preciso controle do estoque armazenado.

Vieira et al. (2001), ao estudarem o armazenamento de cafés a granel em silos metálicos, não herméticos, com e sem aeração, concluíram que, embora tenha ocorrido variação nos valores médios dos componentes químicos e aumento do teor de água, houve manutenção da qualidade do produto e melhor preservação, se comparado ao armazenamento tradicional de sacaria.

PROCEDIMENTOS PARA ARMAZÉNS DE CAFÉ

Existem vários procedimentos e nomenclaturas usualmente aplicados em armazéns gerais de café. Algumas variações podem ocorrer entre empresas de acordo com sua localização, normas internas e escala de comercialização. Esses procedimentos são essenciais para dar manutenção ao sistema de gerenciamento do armazém, bem como garantir a qualidade e a distinção dos lotes. Tais procedimentos e nomenclaturas são detalhados por Borém et al. (2008a).

Os armazéns, além de promoverem o armazenamento do café, também realizam o beneficiamento, caso o café recebido seja em coco e o depositante autorize o benefício e o rebenefício de acordo com os padrões comerciais de cada cooperativa ou armazém geral.

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO CAFÉ DURANTE O ARMAZENAMENTO

Aos cuidados nas fases de pré e pós-colheita, devem-se somar cuidados especiais na fase de armazenamento dos grãos de café beneficiados, uma vez que estes estão sujeitos a alterações físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais comprometedoras de sua qualidade (COELHO; PEREIRA; VILELLA, 2001; ARÊDES et al., 2002; NOBRE et al., 2007).

O conjunto de atributos, que irão definir a qualidade final do café, depende da espécie, da variedade, do solo e do ambiente de produção, dos tratamentos culturais aplicados, da época e do método de colheita, do processamento e da secagem.

Para que o café possa ser ofertado por um longo período, mantendo-se a qualidade inicial, há necessidade de conhecer as alterações que ocorrem durante o armazenamento sob diferentes condições e, assim, determinar o controle necessário para sua adequada preservação.

As interações entre fatores abióticos, como temperatura, teor de água, concentração de gases, UR do ar, tipo e condições do armazém, características do sistema de armazenagem, e fatores bióticos, como grãos, insetos, ácaros, fungos e bactérias, fazem com que os grãos armazenados se tornem um ecossistema, cuja dinâmica, dependendo dos níveis desses fatores e do grau de interações, pode levar ao processo de deterioração com maior ou menor velocidade.

Alterações na cor

Os atuais procedimentos para a avaliação do café cru baseiam-se em uma série de análises e determinações subjetivas. Nas avaliações, consideram-se as características físicas, como forma, tamanho, cor, uniformidade dos grãos e tipo de bebida. Em razão de estar diretamente relacionada com a qualidade de bebida, a cor do grão cru tem importância superior à do tamanho, sendo uma das características que mais chamam a atenção durante a comercialização.

A cor dos grãos de café possui importância do ponto de vista econômico, uma vez que cafés descoloridos ou com diferentes níveis de branqueamento receberão menor preço no mercado. Além da desvalorização comercial, as alterações na cor constituem um forte indicativo da ocorrência de processos oxidativos e transformações bioquímicas de natureza enzimática que irão alterar quantitativa e qualitativamente a composição dos precursores do sabor e do aroma dos grãos, resultando na queda da qualidade da bebida (CORRÊA et al., 2003; NOBRE et al., 2007).

Durante o armazenamento, a cor dos grãos de café pode passar de verde-azulada para verde-amarelada, amarela ou totalmente esbranquiçada. A intensidade do branqueamento está diretamente relacionada com as condições ambientais e fatores, como injúrias sofridas pelos grãos, luz, UR, temperatura, teor de água, tempo de armazenagem e tipo de embalagem (NOBRE et al., 2007; AFONSO JÚNIOR; CORRÊA, 2003).

O branqueamento tem seu início em diferentes pontos dos grãos que sofreram danificações mecânicas, alastrando-se, posteriormente, por toda a sua superfície. O tempo necessário para o aparecimento das manchas e seu posterior alastramento é dependente das condições de armazenamento. Conforme as condições, o grão chega a ficar totalmente branco-opaco em apenas três ou quatro dias, enquanto grãos intactos isentos de danificações mantêm, proporcionalmente, a cor original por maior período do que os grãos danificados (BACCHI, 1962).

A luz possui influência sobre a cor e a bebida dos grãos de café. Entretanto, nem todos os comprimentos de onda possuem este efeito. Somente quando os grãos são expostos à luz branca e à luz transmitida nos comprimentos de onda na faixa violeta-azul é possível verificar alterações na cor e na qualidade da bebida do café (LOPES et al., 2000). Preferencialmente, o café deverá ser armazenado em locais com baixa luminosidade natural.

Além da luz, ambientes com baixa UR do ar têm papel relevante na preservação da cor original do café (BACCHI, 1962). O processo de branqueamento será acentuado quando a UR estiver acima de 80% e os grãos, em equilíbrio com o ar, estiverem com valores acima de 13% base úmida (bu) de teor de água (BACCHI, 1962). Quando a UR do ar for igual a 52% e a temperatura igual a 10 °C não se observarão alterações na cor de grãos de café com 11% bu de teor de água. Grãos com teor de água acima do limite, denominado nível crítico, mudam de cor mais facilmente, quando armazenados sob temperaturas mais elevadas (BORÉM et al., 2008a).

O efeito do ambiente de armazenamento sobre o branqueamento também será percebido pela influência da temperatura de tal maneira que, quanto maior a temperatura mais acentuada será a alteração na cor dos grãos de café (BACCHI, 1962). As alterações serão mais rapidamente percebidas, quando a temperatura do armazenamento for superior a 40 °C.

Vilela, Chandra e Oliveira (2000), ao estudarem a alteração da cor de grãos de café durante o armazenamento, combinando níveis de temperatura (10 °C, 20 °C, 30 °C e 40 °C) com UR (52%, 67%, 75% e 85%), verificaram perda de cor, à medida que houve aumento de UR e da temperatura do ar ambiente.

No Brasil, o período de estocagem do café inicia-se logo após os primeiros meses de colheita. Assim, o café ficará armazenado tanto em períodos frios como em períodos quentes e úmidos, com risco de ser atingida a condição favorável ao processo de branqueamento.

Uma vez alterada a cor, o café não mais retomará as características desejáveis. Deve-se, assim, haver um rigoroso controle das condições ambientais com um sistema adequado de ventilação e monitoramento do teor de água do café. Sempre que possível, o ambiente do armazém deve permanecer com UR abaixo de 70% e com a menor temperatura possível.

Essas condições nem sempre são obtidas ou mesmo controladas. O uso de

atmosfera artificial mostra-se, nesse caso, como uma alternativa viável para a preservação da qualidade do café durante o armazenamento.

Segundo Nobre et al. (2007), Afonso Júnior e Corrêa (2003), e Lopes et al. (2000), quando o café é armazenado com casca, o fenômeno do branqueamento pode não ser observado, uma vez que os revestimentos externos do fruto contribuem para a sua proteção, reduzindo os possíveis efeitos ambientais. Entretanto, o armazenamento do café na sua forma em coco não é um método adotado comercialmente pelas cooperativas e armazéns gerais.

Ribeiro (2010), ao estudar o efeito do tempo de armazenamento e de diferentes embalagens sobre a qualidade da bebida do café beneficiado, concluiu que o uso de embalagens herméticas, com destaque para aquelas com aplicação de CO₂, proporcionaram melhor preservação na coloração dos grãos de café após 12 meses de armazenamento.

Alterações na matéria seca

A manutenção da qualidade do café está intimamente ligada ao metabolismo dos grãos que será tanto mais intenso quanto maiores forem a temperatura e a UR do ambiente e maiores forem os teores de água do produto (ARÊDES et al., 2002).

O café armazenado é um organismo vivo e, portanto, respira. Consequentemente, os grãos estão sujeitos a pequenas, mas contínuas transformações. A respiração sob condições aeróbicas é o processo pelo qual as células vivas oxidam os carboidratos, gorduras e proteínas, produzindo gás carbônico, água e energia na forma de calor.

O aumento da atividade respiratória acelera o consumo das substâncias de reserva do café, causando redução no conteúdo de matéria seca (MS). Segundo Pimenta, Costa e Chagas (2000), os polissacarídeos presentes nos grãos de café, advindos da degradação do amido, podem ser metabolizados e produzir o CO₂. Tal fato pode causar perda de massa durante o armazenamento e produção de alguns ácidos prejudiciais à qualidade do

produto. A intensidade da redução da MS dependerá das condições e do tempo de armazenamento (ARÊDES et al., 2002). Entretanto, as etapas anteriores ao armazenamento também poderão interferir nesse fenômeno, tendo em vista que as condições de processamento e secagem poderão favorecer o desenvolvimento de microrganismos que irão influenciar diretamente na intensidade da respiração. Assim, maiores valores de redução da MS são observados para cafés secados em terreiro de terra comparativamente aos secados em terreiro de cimento (ALVES et al., 2003).

Os valores de perda de MS descritos na literatura para grãos de café são baixos não ultrapassando 0,009% após 80 dias de armazenamento, com temperatura que varia entre 20 °C a 25 °C e UR que varia entre 60% e 80% (ALVES et al., 2003). Assim, normalmente, essas variações são desconsideradas pela maioria das empresas de armazenamento de café. Ao contrário do que ocorre com outros grãos, no café não é comum os descontos relativos à quebra técnica, ou seja, à redução no peso do produto durante o armazenamento em decorrência da respiração dos grãos e consumo de MS.

Alves et al. (2003) realizaram trabalho com o objetivo de quantificar a produção de CO₂ e a perda de MS em função do teor de água dos grãos de café (*Coffea arabica* L.), armazenados em diferentes temperaturas. Esses autores concluíram que a produção de CO₂ e a perda de MS tendem a crescer com o aumento do teor de água e da temperatura de armazenamento.

Coelho, Pereira e Vilella (2001) avaliaram a qualidade do café em função do tempo de armazenamento e de diferentes tipos de embalagens: sacos de polietileno, sacos de aniação e recipientes herméticos de alumínio. Esses autores afirmaram que qualquer fator ambiente que altere a estrutura da membrana celular pode provocar rápida deterioração dos grãos. Concluíram que, quando os grãos são armazenados em sacos de juta, ocorre maior variação do teor de água e também maiores perdas de MS durante o armazenamento.

Alterações químicas e sensoriais

A intensidade das atividades metabólicas, bem como a ocorrência de microrganismos durante o armazenamento, irá alterar a composição química dos grãos e suas características sensoriais.

O desenvolvimento de fungos toxigênicos e a produção de micotoxinas dependem de um complexo conjunto de fatores. Os principais são a suscetibilidade do substrato, a colonização do fungo produtor, a temperatura e a umidade do substrato, a UR do ar durante o armazenamento e a capacidade biológica de o fungo produzir micotoxinas. Os fungos normalmente encontrados no café e associados à produção de toxinas são: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp. (SCUSSEL, 2000).

Em caso de suspeita de contaminação de lotes de café armazenados, devem-se considerar as condições de armazenamento (presença de goteiras ou outras fontes de elevação das condições de UR e do grão no armazém) e realizar um inventário do lote suspeito (idade, classificação original quanto ao tipo e qualidade da bebida, procedência). Uma vez concluído o inventário, amostras representativas dos lotes devem ser coletadas e encaminhadas para o laboratório, visando determinar o nível de contaminação.

Considerando que as micotoxinas são contaminantes naturais e que, na maioria das vezes, não podem ser completamente eliminadas sem que se interdite o alimento suscetível, os países importadores, principalmente os europeus, têm estabelecido limites máximos toleráveis de ingestão diária de toxinas para alguns alimentos incluindo o café (SCUSSEL, 2000).

Casos em que o produto estiver exposto a condições extremamente favoráveis ao comprometimento das qualidades sensoriais, com sinais visíveis de deterioração, o lote já deverá, de antemão, ser considerado impróprio para o consumo, não necessitando investir em análises de alto custo como as de micotoxinas.

Diversos pesquisadores têm utilizado, com frequência, análises físico-químicas e sensoriais, com o objetivo de avaliar as alterações da qualidade do café durante o armazenamento (RIGUEIRA et al., 2009; CORADI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008; NOBRE et al., 2007; COELHO et al., 2001). Dependendo da temperatura e da UR do ambiente, do tipo de café e da forma de acondicionamento dos grãos, podem ocorrer diversas alterações durante o armazenamento. Merecem destaque o teor de açúcares, o teor de polifenóis, a acidez graxa, a acidez titulável total, os sólidos solúveis, assim como a condutividade elétrica (CE) e a lixiviação de potássio (K), indicadores da integridade da membrana. A degradação dos compostos químicos do café pode gerar compostos indesejáveis ao paladar. Assim, a qualidade da bebida do café poderá ser afetada no armazenamento, ocorrendo redução dos atributos sensoriais (acidez da bebida, sabor, doçura e corpo), sendo mais acentuada para maiores temperaturas e UR (CORADI; BORÉM; VILELLA, 2008). A depreciação do café é observada quando, durante o armazenamento, ocorre redução no teor de açúcares, aumento dos polifenóis, aumento da acidez total titulável e acidez dos óleos, aumento da CE e da lixiviação de K. Entretanto, essas alterações são claras no armazenamento do café beneficiado em sacos de juta. Uma vez permeável, essa embalagem permite as trocas de água com o ambiente, elevando o teor de água dos grãos e possibilitando, assim, a redução da qualidade da bebida.

Os açúcares têm relação direta com a qualidade da bebida, pois contribuem com a doçura, uma das características de sabor mais desejável no café. Participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração do café e que estão relacionadas com a qualidade final do produto, como a formação de compostos resultantes da reação de Maillard que originam compostos responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiar da bebida. Coradi et al. (2007) observaram

uma associação positiva entre os níveis de açúcares redutores e não redutores e a qualidade da bebida.

Uma das hipóteses prováveis para a redução dos teores de açúcares ao longo do armazenamento é a de que parte desses compostos seja metabolizada por microrganismos. Dessa maneira, espera-se que, quanto maior a deterioração do produto, maior será o consumo de açúcares, causando sua redução ao longo do armazenamento (CORADI et al., 2007). Maiores valores de açúcares poderão ser encontrados nos cafés em coco, comparativamente aos cafés despulpados e beneficiados após o armazenamento.

Os compostos fenólicos contribuem de maneira altamente significativa para o sabor do café, sendo responsáveis pelo sabor adstringente. Rigueira et al. (2009) verificaram que, na condição de armazenamento refrigerado, a 15 °C, os compostos fenólicos dos grãos de café foram mantidos durante o período de 180 dias.

O teste de acidez graxa tem sido utilizado como indicador de alterações na qualidade de grãos, tendo em vista que os óleos são um dos primeiros compostos a ser oxidados nos grãos deteriorados (CORADI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008).

A manutenção da integridade das membranas celulares dos grãos de café favorece a preservação do aroma e sabor desejáveis. Os grãos com membranas mal estruturadas, desorganizadas ou danificadas por insetos, microrganismos, máquinas, secagem ou por períodos prolongados de armazenamento lixiviam maior quantidade de solutos na água de imersão, apresentando maiores valores de CE e lixiviação de K (KRZYŻANOWSKY; FRANÇA NETO; HENNING, 1991). Estas análises têm apresentado correlação com a qualidade da bebida do café, em que o aumento da quantidade de exsudados determinados na água de embebição corresponde à perda de qualidade do produto (CORADI et al., 2007; COELHO; PEREIRA; VILELLA, 2001).

Ribeiro (2010), ao trabalhar com cafés acondicionados em big-bags herméticos

enriquecidos com CO₂, observou menores valores de acidez graxa, lixiviação de K e condutividade elétrica após 12 meses de armazenamento. Confirmando, portanto, a viabilidade técnica do uso dessas embalagens herméticas na manutenção da qualidade do café em período prolongado de armazenamento.

REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n.6, p.1268-1276, nov./dez. 2003.

ALVES, W.M. et al. Influência do processamento e do período de armazenamento na perda de matéria seca em café (*Coffea arabica* L.) beneficiado. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.7, p.122-127, jul. 2003. Especial café.

ARÊDES, E.M. et al. Avaliação das perdas de matéria seca e de qualidade do café (*Coffea arabica* L.) beneficiado e armazenado em importantes municípios produtores da Zona da Mata Mineira e em Alegre-ES. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.5, p.44-54, 2002. Especial café.

BACCHI, O. O branqueamento dos grãos de café. *Bragantia*, Campinas, v. 21, n.28, p.467-484, abr. 1962.

BORÉM, F.M. et al. Armazenamento do café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). *Pós-colheita do café*. Lavras: UFLA, 2008a. cap.10, p.349-388.

_____. et al. Avaliação sensorial do café cereja descascado, armazenado sob atmosfera artificial e convencional. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.6, p.1724-1729, nov./dez. 2008b.

COELHO, K.F.; PEREIRA, R.G.F.A.; VILELLA, E.R. Qualidade do café beneficiado em função do tempo de armazenamento e de diferentes tipos de embalagens. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.2, p.22-27, 2001. Volume especial.

CORADI, P.C.; BORÉM, F.M.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.2, p.181-188, mar./abr. 2008.

_____. et al. Efeito das condições de secagem e armazenamento sobre a qualidade do café natural e despulpado. *Coffee Science*, Lavras, v.2, n.1, p.38-47, jan./jun. 2007.

CORRÊA, P.C. et al. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante o armazenamento em condições diversas. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.7, p.137-147, 2003. Especial café.

HARRIS, R.L.; MILLER, A. Keeping it real: storing & preserving green coffee - part 2. *Roast Magazine*, New York, p. 31-38, July/Aug. 2008.

KRZYŻANOWSKY, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relatos dos testes de vigor disponíveis as grandes culturas. *Informativo ABRATES*, Brasília, v.1, n.2, p.15-50, mar. 1991.

LOPES, R.P. et al. Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café beneficiados (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, v.25, p.9-17, 2000. Especial 1.

NOBRE, G.W. et al. Alterações químicas do café-cereja descascado durante o armazenamento. *Coffee Science*, Lavras, v.2, n.1, p.1-9, jan./jun. 2007.

PIMENTA, C.J.; COSTA, L.; CHAGAS, S.J.R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estágios de maturação. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.1, p.23-30, 2000. Especial café.

RIBEIRO, F.C. *Armazenamento de café beneficiado em embalagens herméticas com injeção de CO₂*. 2010. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RIGUEIRA, R.J. de A. et al. Armazenamento de grãos de café cereja descascado em ambiente refrigerado. *Engenharia na Agricultura*, Jaboticabal, v.17, n.4, p.323-333, jul./ago. 2009.

SCUSSEL, V. M. (Ed.) *Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos*. Florianópolis: UFSC, 2000. 382p.

TRUBEY, R.; RAUDALES, R.; MORALES, A. *Café britt hermetic cocoon storage trial - II report*. Beneficio Pataliyo, Costa Rica: Mesoamerican Development Institute, 2005. 14p.

VIEIRA, G. et al. Avaliação da qualidade de café beneficiado armazenado em silo com e sem aeração e em sacos de juta. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.3, n.1, p.75-90, 2001.

VILELA, E.R.; CHANDRA, P.K.; OLIVEIRA, G.A. de. Efeito da temperatura e umidade relativa no branqueamento de grãos de café. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, MG, n.1, p.31-37, 2000. Edição especial.

WHITE, N.D.G.; LEESCH, J.G. Chemical control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (Ed.). *Integrated management of insects in stored products*. New York: Marcel Decker, 1996. p.287-330.



MUDAS DE OLIVEIRA

Garantia de procedência, mudas padronizadas,
qualidade comprovada e variedade identificada

Pedidos e informações:

EPAMIG - Fazenda Experimental de Maria da Fé - CEP: 37517-000
Maria da Fé - MG - e-mail: femf@epamig.br - Tel: (35) 3662-1227




Microrganismos e qualidade do café

Sára Maria Chalfoun¹

Resumo - Microrganismos podem causar danos à qualidade do café durante todo o ciclo produtivo até a etapa de armazenamento. Microrganismos patogênicos às plantas podem causar desfolhas e prejudicar a boa formação dos frutos e, conseqüentemente, sua qualidade. Esses microrganismos, além de causarem danos diretos aos frutos, possibilitam a penetração de outros deterioradores da qualidade e produtores de micotoxinas, principalmente a ocratoxina A, mais frequentemente encontrada em café, quando este é submetido a manejo inadequado. Cuidados nas fases de cultivo, colheita e pós-colheita são fundamentais na prevenção da contaminação, desenvolvimento e produção de metabólitos, ou produtos do metabolismo dos fungos resultantes da degradação dos componentes dos frutos de café, principalmente a mucilagem. A composição, sucessão e papel da microbiota associada a frutos e grãos de café têm sido importantes objetos de estudo, bem como as intervenções necessárias para evitar prejuízos sobre a qualidade, o seu controle, contribuindo como atributos na conquista de mercados internacionais, além da valorização da cotação do produto nacional quando confrontado com o de outros países. Boas Práticas Agrícolas (BPA) e sistemas de controle de qualidade, como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) são importantes ferramentas que visam à preservação da qualidade do café e, conseqüentemente, à satisfação dos consumidores. A utilização de microrganismos que têm demonstrado ação bioprotetora sobre a qualidade do café, exercida pelo fungo *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries e algumas leveduras, ainda não vem sendo explorada.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Qualidade do café. Fungo. Levedura. Bactéria. Fermentação.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o café brasileiro sofre restrições em sua comercialização relativas a problemas de qualidade. Os mercados consumidores, principalmente no exterior, estão utilizando métodos precisos para a identificação de quaisquer alterações nos grãos de café que comprometam a qualidade do produto final.

Bactérias, leveduras e fungos filamentosos têm sido relatados na polpa e nos grãos de café processados no Brasil, Índia, Havaí, Congo, Argentina, Colômbia, Costa Rica, Etiópia e México (AVALLONE et al., 2001; JONES; JONES, 1984; SILVA et al., 2000).

Apesar de os estudos sobre a microbiota dos grãos e dos frutos do café e a sua influência na qualidade da bebida serem antigos, somente a partir da década de 1990 começaram a surgir estudos mais aprofundados sobre as populações de microrganismos, que buscam esclarecer fatores relacionados. Posteriormente, inúmeros gêneros e espécies de fungos filamentosos foram identificados, associados a processos fermentativos que ocorrem durante as fases de desenvolvimento dos frutos até a fase pós-colheita, relacionados com a produção de café de bebida de pior qualidade (CARVALHO; CHALFOUN; CHAGAS, 1989; FREITAS, 2000; TA-

NIWAKI et al., 2001; ALVES; CASTRO, 1998; ALVES, 1996; SILVA, 2000), além dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* mais frequentes associados com micotoxinas (CHALFOUN; PARIZZI, 2008; PITT, 2000; TANIWAKI et al., 2003; TANIWAKI, 2006), que ocorrem em cereais, grãos, incluindo o café e as sementes em níveis que tornam os alimentos impróprios para o consumo.

Este artigo apresenta, portanto, a evolução histórica dos estudos relacionados com os microrganismos e seus efeitos sobre a qualidade do café, bem como as principais ferramentas que visam minimizar ou avaliar os danos causados.

¹Eng^a Agr^a, Dr^a, Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: chalfoun@epamig.ufla.br

HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS

Os primeiros relatos da influência de fungos sobre a qualidade do café datam de 1936, quando Krug (1940a) verificou, com auxílio de uma lupa de bolso em amostras de cafés ardidos, a presença de um fungo de micélio avermelhado identificado inicialmente como do gênero *Fusarium*. A partir daí, na série de trabalhos denominada “A origem dos cafés duros”, esse autor procura relacionar a má qualidade da bebida à presença de fungos, principalmente dos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* (KRUG, 1940abc).

Bitancourt (1957), visando determinar os microrganismos que constituem a microbiota do café cereja em diferentes fases do preparo, no cafezal e no terreiro de secagem, isolou e observou que os fungos mais abundantes foram *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (*C. coffeanum* (Zinn Noack), *Fusarium* sp. e bolores verdes (*Penicillium* spp.). Também foram identificados: *Aspergillus niger* van. Tieghen no café seco em terreiro; *Cladosporium* sp., que se desenvolve ainda no pé e não no terreiro durante a secagem, como normalmente ocorre com outros fungos; *Rhizopus nigricans* Ehr.; *Rhizopus* sp.; *Phomopsis* sp. e *Epicoccum* sp. Nesse trabalho, verificou-se, em 55% dos frutos do café seco em terreiro, a presença de leveduras, que foram reunidas sob o nome de *Torula* spp. Bactérias diversas foram encontradas em frutos cerejas maduros.

Estudos da microbiota, dos diversos constituintes químicos e da atividade enzimática de 80 amostras de café beneficiado, provenientes da região produtora de São Sebastião do Paraíso, MG, realizados por Carvalho, Chalfoun e Chagas (1989), resultaram em amostras classificadas segundo testes sensoriais como bebida mole e dura, apresentando índices de infecção pelos fungos *Fusarium roseum*, *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus flavus*, acentuadamente menores que nos cafés classificados como bebida rio e riada (Fig. 1). Por outro lado, apresentaram



Caroline Lima Angélico

Figura 1 - Frutos de café colonizados por *Penicillium* spp. e *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries

índices igualmente elevados dos fungos *Fusarium* sp. e *Penicillium* spp. O fungo do gênero *Cladosporium* predominou nos cafés classificados como de bebida mole e dura. Esses resultados foram confirmados posteriormente, por Alves e Castro (1998) e Alves (1996).

O fungo *Cladosporium* sp. (Fig. 2) tem sido relatado associado a cafés de boa qualidade, portanto, é importante que os defensivos aplicados na cultura sejam seletivos aos agentes antagonistas de fungos deletérios à qualidade do café estando



Caroline Lima Angélico

Figura 2 - Ramo de café com frutos totalmente recobertos pelo fungo *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries

o *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries incluído neste grupo (CHALFOUN et al., 2007).

Silva et al. (2008), ao estudarem a sucessão de comunidades fúngicas e bacterianas durante a fermentação do café (*Coffea arabica* L.) natural, verificaram que *D. hansenii* e *E. pichia* foram as mais frequentes entre as leveduras isoladas, mas ainda estavam presentes em menores populações que os fungos e as bactérias. Entretanto, as leveduras identificadas nesse estudo têm sido relatadas como inibidoras do desenvolvimento micelial de fungos filamentosos e podem ser potencialmente utilizadas para o biocontrole de fungos filamentosos. Esta inibição do desenvolvimento de fungos pode ser de particular importância em regiões de café, onde as condições atmosféricas são adversas durante a fermentação natural (alta umidade, sem insolação e com elevadas pluviosidades). Esses mesmos autores verificaram que bactérias foram isoladas em maior número no início da fermentação, quando a umidade dos grãos de café encontrava-se em torno de 68%. Bactérias Gram-positivas representavam 85,5% de

todas as bactérias isoladas e *Bacillus* foi o gênero predominante (51%). Espécies Gram-negativas dos gêneros *Serratia*, *Enterobacter* e *Acinetobacter* também foram encontradas. Aproximadamente 22% dos 940 isolados de microrganismos escolhidos casualmente foram leveduras. *Debaryomyces* (27%), *Pichia* (18,9%) e *Candida* (8,0%) foram os gêneros mais comumente encontrados, e esses três gêneros tenderam a aparecer mais frequentemente, à medida que o fruto fermentava e secava. *Aspergillus* foi o mais abundante além de *Penicillium*, *Fusarium* e *Cladosporium*, com 42,6% do total dos fungos isolados. Os gêneros e espécies identificados incluíam membros conhecidos por apresentarem atividades de produção de pectinase e celulase. Dos dez ácidos orgânicos analisados e quantificados nos grãos de café, ácidos acético e láctico podem ter sido produzidos por atividade microbiana, não tendo sido detectado ácido butírico em nenhuma amostra.

O processo fermentativo pela ação de microrganismos, como bactérias, bolores e leveduras (Fig. 3), deteriora as membranas dos grãos (AMORIM; AMORIM, 1977; JONES; JONES, 1984). Entretanto, se o fenômeno é interrompido após a perda da camada mucilagínosa do fruto, o endosperma não é comprometido e a qualidade da bebida é preservada. A continuidade do processo implica em quebra das paredes e membranas celulares, degradação de camadas celulares e alteração de compostos

químicos dos grãos e da bebida, resultando em sabor e odor desagradáveis (DENTAN, 1989ab, 1992; VANOS, 1988).

Injúrias pré-colheitas, tais como: infecção dos frutos ainda na planta por microrganismos, ataque de insetos ocasionando danos na planta que facilitam a infecção por microrganismos, desenvolvimento de microrganismos do solo nos grãos caídos embaixo da copa (café de varrição), bem como condições climáticas adversas que provocam injúrias ao fruto (geadas, chuvas de granizo) e frutos muito amadurecidos na árvore (nos quais a senescência já foi iniciada), são fatores que explicam a diferença da qualidade do café de uma região para outra. Em locais onde são produzidos cafés de bebidas ruins, condições climáticas adversas propiciam o maior desenvolvimento de microrganismos, como alta umidade relativa (UR) no período de amadurecimento, colheita e processamento do café e temperaturas elevadas (CARVALHO; CHAGAS; SOUZA, 1997).

Segundo Bozza et al. (2009), o Brasil vem perdendo espaço no mercado internacional pela piora da qualidade do café. As substâncias tóxicas liberadas pelos fungos, além de alterarem a qualidade da bebida, também podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores. Esses autores realizaram colheitas de frutos da árvore e do solo em diferentes tempos (0, 30, 60, 90 e 120 dias) e verificaram que houve diferença significativa no número absoluto de fungos encontrados nos frutos da árvore (5.393),

em relação aos grãos coletados no solo (1.523). Foram identificados sete gêneros: *Absidia*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Paecilomyces* e *Penicillium*. Verificaram-se elevados níveis de ocratoxina A (OTA) em algumas amostras de café. A bebida perdeu a qualidade em função do tempo de permanência dos frutos na árvore e no solo, e, portanto, concluíram que para obtenção de uma bebida de melhor qualidade, deve-se evitar a permanência prolongada dos frutos em seus locais de origem. No entanto, de frutos que passam de maduros na planta e iniciam a secagem sob condições ambientais favoráveis, pode-se obter café de boa qualidade, não se esquecendo que o estágio de maturação ideal para realizar a colheita é a de frutos cerejas.

GRUPOS DE ORGANISMOS QUE AFETAM A QUALIDADE

Os microrganismos ocorrem associados às plantas, aos frutos e aos grãos de café, na maioria das vezes causando prejuízos à produção e à qualidade, sejam como agentes causais de doenças, que são os fitopatógenos, sejam como agentes deterioradores dos frutos e grãos, promovendo fermentações indesejáveis e produzindo metabólitos tóxicos, as micotoxinas (Fig. 4). Considerando-se que a qualidade final do café depende, em grande parte, da obtenção de frutos sadios e bem formados e que tal fato depende,



Caroline Lima Angélico

Figura 3 - Leveduras associadas a frutos de café

NOTA: Frutos de café plaqueados com predominância da levedura.



Figura 4 - Microrganismos fitopatogênicos

NOTA: A - Atuação direta sobre a qualidade por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; B - Atuação indireta sobre a qualidade como agente de desfolha (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.).

Fotos: Vicente Luiz de Carvalho

por sua vez, da manutenção da sanidade das plantas, pode-se deduzir que todas as doenças, pragas e outros fatores que afetem o bom desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, o desenvolvimento adequado dos frutos, são direta ou indiretamente responsáveis pela qualidade do café.

Microrganismos fitopatogênicos

Os danos causados pelos microrganismos fitopatogênicos podem ser qualitativos e quantitativos. As doenças afetam as principais funções fisiológicas das plantas, tais como a fotossíntese, a translocação de água e nutrientes, a respiração, a permeabilidade das membranas, além de alterar a morfologia das plantas. Em consequência da incidência das doenças, verifica-se a redução da produtividade, redução da longevidade das plantas e o agravamento do caráter bienal da cultura.

Além dos danos quantitativos, observam-se danos de natureza qualitativa principalmente aqueles relativos às características dos grãos, desvalorizando-os comercialmente. Entre esses danos, citam-se a redução do tamanho dos frutos (peneira) e os prejuízos sobre as características sensoriais e de segurança do café por meio da abertura de porta de entrada para fungos deterioradores da qualidade e toxicogênicos.

Danos causados por pragas e doenças podem, ainda, prejudicar o processamento de formas diferentes. Frutos doentes e danificados podem interferir na extração dos grãos e reduzir a qualidade do produto final. Também podem ocorrer danos após o processamento ou durante o armazenamento ou transporte do café particularmente por pragas do armazenamento.

Microrganismos deterioradores da qualidade do café e microrganismos produtores de micotoxinas

Para os consumidores, um dos mais importantes componentes da qualidade dos alimentos é uma boa segurança. O café contém um conjunto de moléculas

que podem exercer efeito sobre a saúde. Algumas delas encontram-se naturalmente presentes nos grãos de café, enquanto que outras são derivadas de reações bioquímicas que ocorrem durante a torração. Outras ainda como a OTA e resíduos de pesticidas são compostos externos independentes da composição química do café.

A OTA é uma micotoxina de substância tóxica produzida por várias espécies de fungos encontrados principalmente em cereais, vinho, uva e café, e tem-se mostrado causadora de danos aos rins e de tumores em animais-testes, sendo classificada como possivelmente carcinogênica para humanos. A OTA, em café, é produzida por *Aspergillus niger*, *A. carbonarius* e *A. ochraceus*.

A Comunidade Europeia, com o objetivo de controlar a presença de OTA em grãos de café e derivados, tem recomendado níveis máximos de tolerância de 5 µg/kg para OTA no café torrado e moído e 10 µg/kg no café solúvel destinado à comercialização (em vigor desde abril de 2005). Apesar de ainda não existirem níveis determinados para o café verde, alguns países já priorizam o seu controle, como é o caso do Brasil, que desenvolve metodologia analítica para determinação da OTA com validação na Association of Official Analytical Chemists (AOAC).

Segundo Scussel (2002) e Taniwaki et al. (2003), os fungos, inclusive os toxicogênicos, podem-se contaminar e desenvolver nos grãos no campo, durante a colheita e armazenagem. Os fatores que favorecem esse desenvolvimento e a produção de micotoxinas são classificados em três categorias: físicos, químicos e biológicos. Estes estão também relacionados com as condições do próprio grão e do ambiente que o envolve. As mais importantes são: teor de água do grão, UR e temperatura do ar, linhagem do fungo contaminante e competição microbiana. O período de armazenagem, impurezas (restos da planta, poeira, casca e pedaços de grãos), luz, insetos e ácaros, grãos com danos mecânicos e/ou visualmente alterados, microclima (oxigênio), fungicidas, composição do

substrato, variedades resistentes e o grau de contaminação podem favorecer a proliferação de fungos e formação de micotoxinas (SCUSSEL, 2002; PASIN; ALMEIDA; ABREU, 2009).

Em termos de umidade – UR do ar e conteúdo de água do grão –, os fungos são classificados em:

- a) fungos de campo: aqueles que contaminam os grãos ou sementes antes da colheita, ou seja, no período de crescimento e na maturação, com conteúdo de água em torno de 25% base úmida (bu) e em UR do ar de 90% a 100%. Os fungos dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium* são os mais comuns;
- b) fungos de armazenamento: aqueles que se desenvolvem em grãos com teor de água abaixo de 17% bu, ou seja, quando o teor de água do grão está em equilíbrio com a UR do ar na faixa de 65% a 85%. Esses fungos, principalmente os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* não se desenvolvem em produtos com teor de água superior a 25% bu. Os fungos mais comuns e que causam deterioração dos grãos armazenados são *Aspergillus amstelodami*, *A. candidus*, *A. flavus*, *A. glaucus*, *A. halophilicus*, *A. ochraceus*, *A. parasiticus*, *A. repens*, *A. restrictus*, *A. ruber*, e algumas espécies do gênero *Penicillium* (SILVA et al., 2000; SCUSSEL, 2002).

Certos fungos possuem associações ecológicas com determinadas plantas cultivadas e condições que favoreçam fungos específicos. Dessa forma, algumas culturas possuem tendência de conter micotoxinas particulares e não outras, o café é uma delas (Fig. 5).

Buchanan e Fletcher (1978) observaram a inibição da produção de aflatoxina B1 e G1, produzida por *Aspergillus flavus* pela cafeína. Resultados similares foram relatados por Chalfoun et al. (2004), ao investigarem o efeito da cafeína no de-

envolvimento de algumas espécies de fungos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Cladosporium* e *Aspergillus*.

Nenhuma das espécies de fungos produtoras de OTA, *Penicillium* (*P. verrucosum* e *P. nordicum*), tem sido isolada do café. *P. brevicompactum* é comum em café e está no mesmo grupo das duas espécies produtoras, mas não é uma produtora de OTA. Para café, três espécies ou grupos de espécies, todas do gênero *Aspergillus*, são de significância:

a) complexo de *A. niger* (Fig. 6) é, sem dúvida, o mais comum, particularmente em *Coffea canephora*

(Robusta), mas a produção de OTA é rara. Um estudo revelou somente um produtor entre 70 isolados testados;

b) *A. ochraceus* e fungos relacionados (Fig. 7) são bem distribuídos em sistemas de produção de café e comumente produtores de OTA (cerca de 80% dos isolados produzem prontamente a OTA), constituindo o grupo de espécies mais importante na produção dessa micotoxina;

c) *A. carbonarius* (Fig. 8) é geralmente raro, mas há alguma evidência de

ser relativamente comum em certos locais. Muitos isolados são capazes de produzir OTA em significantes quantidades, embora sob restrita faixa de condições ambientais.

A produção de alimentos seguros e de alta qualidade tem sido uma exigência crescente do mercado consumidor e das agências de controle e fiscalização. Durante a produção, processamento, embalagem, transporte, armazenamento e consumo, qualquer alimento pode ser exposto a substâncias tóxicas e/ou microrganismos. A contaminação primária de grãos raramente está sob controle e não é possível garantir



Figura 5 - Fungos deterioradores da qualidade e produtores de micotoxinas associados a grãos de café

FONTE: Chalfoun e Batista (2003).

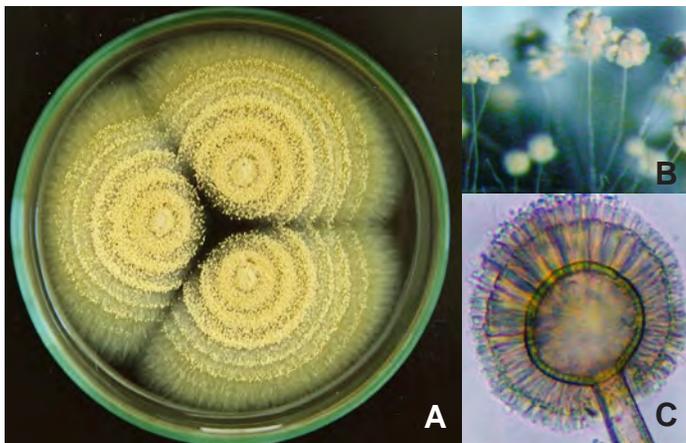


Figura 7 - *Aspergillus ochraceus*

FONTE: Chalfoun e Batista (2003).

NOTA: A - Colônia do fungo em meio de cultura; B - Estruturas frutíferas do fungo; C - Detalhe da cabeça conidial bisse-riada, ampliada 800 x.

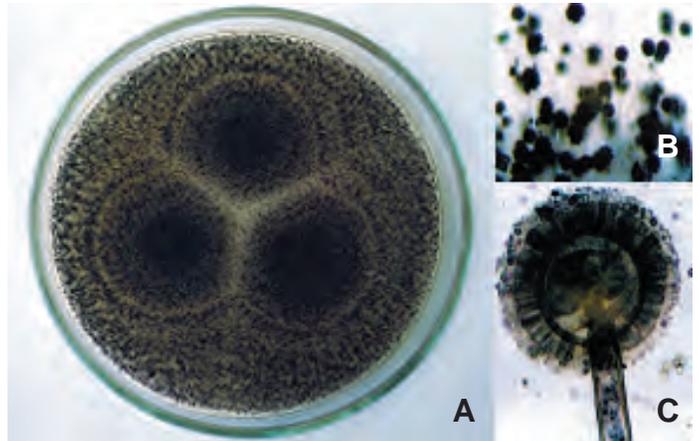


Figura 6 - *Aspergillus niger*

FONTE: Chalfoun e Batista (2003).

NOTA: A - Colônia do fungo em meio de cultura; B - Estruturas frutíferas do fungo; C - Detalhe da cabeça conidial bisse-riada, ampliada 800 x.

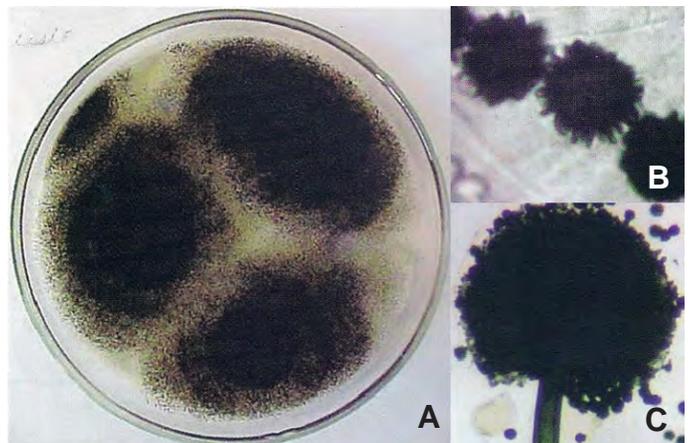


Figura 8 - *Aspergillus carbonarius*

FONTE: Chalfoun e Batista (2003).

NOTA: A - Colônia do fungo em meio de cultura; B - Estruturas frutíferas do fungo; C - Detalhe da cabeça conidial bisse-riada, ampliada 800 x.

com segurança a completa ausência de contaminantes. A análise da qualidade e/ou segurança por meio da análise do produto final é relativa e de alcance limitado. Por mais rigorosos que sejam os planos de amostragem, dificilmente será possível caracterizar todos os lotes produzidos.

Dessa forma as BPA e Boas Práticas de Fabricação (BPF) são procedimentos necessários para controlar as possíveis fontes de contaminação e para garantir que o produto atenda às especificações de qualidade. Nestas incluem aspectos que vão desde as condições de produção até as instalações de beneficiamento e armazenamento, incluindo também a higiene pessoal. Esses aspectos são pré-requisitos fundamentais, constituindo a base higiênico-sanitária para implantação

do Sistema APPCC, e vêm ao encontro da necessidade de garantia da qualidade e da segurança, cada vez mais exigidas para os produtos alimentícios.

SISTEMA DE ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE NA CADEIA PRODUTIVA DO CAFÉ

O Sistema APPCC é aplicável a todos os segmentos da cadeia alimentar, desde o sistema produtivo até o consumidor final (Quadro 1). A utilização dos princípios da APPCC já é feita na produção primária em países mais desenvolvidos. A implantação desse sistema na produção primária no Brasil propiciará melhoria considerável na qualidade e segurança desses produtos para as unidades processadoras e para o

consumidor final. O Sistema APPCC é constituído de sete princípios:

- a) análise de perigos e medidas preventivas;
- b) identificação dos pontos críticos de controle;
- c) estabelecimento dos limites críticos;
- d) estabelecimento dos processos de monitorização dos pontos críticos de controle;
- e) estabelecimento das ações corretivas;
- f) estabelecimento dos procedimentos de verificação;
- g) estabelecimento de procedimentos de registros.

Antes da aplicação do Sistema APPCC, devem-se aplicar as BPA, com o intuito

QUADRO 1 - Resumo do plano APPCC na etapa de pós-colheita

Perigos	Medida preventiva	Limite crítico	Monitoramento	Ação corretiva
Desenvolvimento de microrganismo e fermentação indesejada pela má distribuição no terreiro.	Disponibilizar o café em camadas finas e revolvê-lo constantemente	Revolver os frutos de hora em hora.	Verificar a espessura das camadas e a frequência do revolvimento, bem como a uniformidade da secagem.	Camadas de 3 a 4 cm. Secagem uniforme.
Descuido após o estágio de meia seca e finalização da seca, predispondo os frutos à contaminação, quando ainda úmidos, ou quebra, quando muito secos.	Proteger o café da chuva. Enleirar o café no sentido da declividade e cobrir com lona ao anoitecer. Ao amanhecer (+9h), descobrir e desfazer as leiras.	Umidade $\leq 12\%$ para seca completa Umidade $\leq 30\%$ para meia seca completa.	Observar as condições climáticas, verificar o estado da lona e se o café está sendo corretamente amontoado e coberto. Verificar o grau de umidade do café.	Evitar que os grãos fiquem expostos à umidade noturna e a chuvas. Monitorar o teor de umidade.
Descuido após o estágio de meia seca e finalização da seca, predispondo os frutos à contaminação, quando ainda úmidos, ou quebra, quando muito secos.	Não deixar o café parado no secador. Utilizar temperaturas e fonte de calor adequadas. Usar câmara de descanso.	Umidade de pré-secagem (saída do terreiro) em 30% e na saída do secador em 12%. Temperatura máxima do ar secador: 70 °C e massa 45 °C.	Regulagem do secador, verificação da temperatura na fonte de calor e na massa do café. Verificar o grau de umidade.	Monitorar o controle de umidade e de temperatura/tempo de exposição.
Secagem mista: contaminação por má condução e transmissão de odor de fumaça ao café. Secagem desuniforme dos grãos.	Não deixar o café parado no secador. Utilizar temperaturas e fonte de calor adequadas. Usar câmara de descanso.	Umidade de pré-secagem (saída do terreiro) em 30% e na saída do secador em 12%. Temperatura máxima do ar secador: 70 °C e massa 45 °C.	Regulagem do secador, verificar a temperatura na fonte de calor e na massa do café. Verificar o grau de umidade.	Monitorar o controle de umidade e de temperatura/tempo de exposição.

FONTE: Freitas-Silva, Correa e Furtado (2001).

de minimizar os possíveis pontos críticos de controle da cadeia do café. Em um programa de BPA aplicado ao cultivo e ao processamento do café, poderiam ser considerados, prioritariamente, os diferentes tipos de perigos que afetam a segurança do consumidor final, bem como aqueles que envolvem apenas aspectos da qualidade do produto. Na análise destes perigos são consideradas todas as etapas da cadeia produtiva do café, ou seja, cultivo, colheita, secagem, armazenamento e transporte. No Brasil, ainda predomina o sistema de beneficiamento do café por via seca, no qual o café é seco com casca, geralmente em terreiros. Em uma segunda alternativa de preparo, o café cereja, separado do verde e boia, é descascado, com retirada da sua polpa, sendo o grão (pergaminho), assim obtido, seco com a mucilagem que o reveste. O café preparado dessa maneira é chamado cereja descascado. Existe ainda a possibilidade de remoção da mucilagem residual que reveste o grão; o processo pode ocorrer por uma fermentação natural em tanques ou utilizando-se máquinas desmuciladoras, obtendo-se, finalmente, o café despulpado, que é posteriormente submetido à secagem. Em todas essas etapas, é necessário o controle de umidade e da atividade de água para minimizar possíveis contaminações com fungos produtores de ocratoxina e deterioradores.

Dessa forma, as variáveis que afetam a produção desses fungos devem ser monitoradas e seus limites críticos estabelecidos. Para isso, devem-se utilizar os sete princípios da APPCC para a determinação dos pontos críticos de controle e a elaboração do plano. No Quadro 1, observa-se a etapa de pós-colheita do café como um exemplo do plano APPCC para este grão (FREITAS-SILVA; CORREA; FURTADO, 2001).

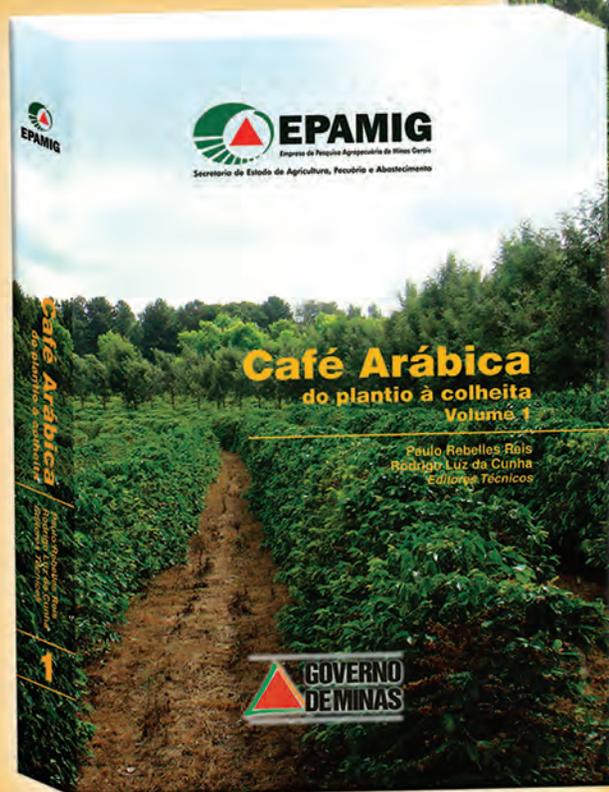
REFERÊNCIAS

- ALVES, E. **População fúngica associada ao café (*Coffea arabica* L.) beneficiado e as fases pré e pós-colheita: relação com a bebida e local de cultivo.** 1996. 48p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- _____; CASTRO, H. A. de. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) nas fases pré e pós-colheita em lavouras da região de Lavras. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.4-7, jan./mar.1998.
- AMORIM, H.V.; AMORIM, V.L. Coffee enzymes and coffee quality. In: ORY, R.L.; ST. ANGELO, A.J. (Ed.). **Enzyme in food and beverage processing**. Washington: American Chemical Society, 1977. p.27-56. (ACS. Symposium Series, 47).
- AVALLONE, S. et al. Microbiological and biochemical study of coffee fermentation. **Current Microbiology**, v.42, n.4, p.252-256, 2001.
- BITANCOURT, A.A. O tratamento das cerejas de café para melhorar a bebida. **O Biológico**, São Paulo, ano 23, n.1, p.1-11, jan. 1957.
- BOZZA, A. et al. Isolamento de fungos associados a grãos de café cv. Iapar 59 de origem de solo e árvore em diferentes tempos de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.3, p.529-534, jul./set. 2009.
- BUCHANAN, R.L.; FLETCHER, A.M. Methylxanthine inhibition of aflatoxin production. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.2, p.654-655, mar. 1978.
- CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de R.; SOUZA, S.M.C. de. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário. Qualidade do Café**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20, 1997.
- _____; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. de R. Relação entre classificação de café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA-PROCAFÉ, 1989. p.25-26.
- CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. **Fungos associados a frutos e grãos do café: *Aspergillus* e *Penicillium***. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 69p.
- _____; PARIZZI, F.C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 14, p.513-543.
- _____. et al. Effect of powdered spice treatments growth, sporulation and production of aflatoxins by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.856-862, jul./ago. 2004.
- _____. et al. Seletividade de fungicidas cúpricos e sistêmicos sobre o fungo *Cladosporium cladosporioides* em cafeeiro. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v.33, n.1, p. 93-95, jan./mar. 2007.
- DENTAN, E. Café riotés: étude microscopique du processus d'infection. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 13., 1989, Paipa. **Annales...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 1989a. p.127-144.
- _____. Étude microscopique de quelques types de café défectueux: grains noir, blanchâtres, cireux et "ardidos". In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 13., 1989, Paipa. **Annales...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 1989b. p.283-301.
- _____. Étude microscopique de quelques types de café défectueux - II: grains à goût d'herbe, de terre, de moisi - grains puants, endommagés par de insectes. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 14., 1991, San Francisco. **Annales...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 1992. p.293-311.
- FREITAS, R.F. **Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiado de diversos municípios da região Sul de Minas Gerais.** 2000. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- FREITAS-SILVA, O.; CORREA, T.B.S.; FURTADO, A.A.L. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) como ferramenta de controle da ocratoxina em café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. 1 CD-ROM.
- JONES, K.L.; JONES, S.E. Fermentations involved in the production of cocoa, coffee and tea. In: BUSHHELL, M.E. (Ed.). **Program industrial microbiology: modern applications of traditional biotechnologies**. New York: Elsevier, 1984. p. 433-458.
- KRUG, H.P. Cafés duros I. **Revista do Instituto de Café do Estado de São Paulo**, Campinas, v.15, n.159, p.636-638, maio 1940a.
- _____. Cafés duros II. **Revista do Instituto de Café do Estado de São Paulo**, Campinas, v.15, n.163, p.1393-1396, set.1940b.

Café Arábica

História, Pesquisa e Tecnologia

Lançamento em
agosto/2011



Café Arábica
do plantio à colheita
Volume 1



Café Arábica
da pós-colheita ao consumo
Volume 2

O livro **Café Arábica: do plantio à colheita** constitui um marco na pesquisa agropecuária mineira ao abordar, em 14 capítulos, todas as fases da produção de café, da semente à colheita, incluindo a história do café no Brasil. O livro traz temas inéditos e também atualiza informações importantes no manejo da cultura, visando o cultivo racional por meio de tecnologias disponíveis que possibilitam uma produtividade com qualidade e sustentabilidade.

Esta é uma publicação que não pode faltar aos cafeicultores, pesquisadores, consultores, técnicos, professores e estudantes de Ciências Agrárias!

Aquisição e informações:
(31) 3489-5002
(35) 3821-6244
publicacao@epamig.br



KRUG, H.P. Cafés duros III. **Revista do Instituto de Café do Estado de São Paulo**, Campinas, v.15, n.165, p. 1827-1831, nov.1940c.

PASIN, L.A.A.P.; ALMEIDA, J.R. de; ABREU, M.S. de. Fungos associados a grãos de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.23, n.4, p.1129-1132, 2009.

PITT, J.I. Toxigenic fungi: which are important. **Medical Mycology**, Oxford, v.38, p.17-22, 2000. Supplement 1.

SCUSSEL, V.M. Fungos e micotoxinas associados a grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. p.675-804.

SILVA, C.F. **Diversidade microbiana em grãos de café (*Coffea arabica* L.) processados por via seca nas fases pré e pós-colheita**. 2000. 105p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

_____. et al. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.60, n.2/3, p.251-260, 2000.

_____. et al. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**, London, v.25, n.8, p.951-957, 2008.

TANIWAKI, M. H. An update on ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in coffee. In: HOCKING, A.D. et al. **Advances in food mycology**. New York: Springer, 2006. p.189-202.

_____. et al. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.82, n.2, p.173-179, Apr. 2003.

_____. et al. Influence of water activity on mould growth and ochratoxin A production in coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 19., 2001, Trieste, Italy. **Conference paper...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 2001. p.14-18.

VANOS, V. Preliminary microbial ecological studies en "Rio taste" coffee beans. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 12., 1987, Montreux. **Annales...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 1988. p.353-376.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Leite e Derivados: tecnologias, padrões de identidade e qualidade

Padrões de identidade e qualidade para leites tipo A, B e pasteurizado

Tecnologias para fabricação de doce de leite, leite condensado e soro em pó

Características e tecnologia de Queijos Minas Frescal e Minas Padrão

Tecnologia para fabricação de requeijão e queijos processados

Leite fermentado probiótico e os benefícios para a saúde humana

Soro de leite: aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais

Leia e Assine o **INFORME AGROPECUÁRIO**

(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br

www.informeagropecuario.com.br

BONS NEGÓCIOS ESPERAM VOCÊ!

EPAMIG/DPET/05/2011



28ª Congresso Nacional de Laticínios
38º Concurso Nacional de Produtos Lácteos
39ª Expomaq **38ª Expolac**

Exposição de Máquinas, Equipamentos, Embalagens
e Insumos para a Indústria Laticinista

Exposição de Produtos Lácteos

11 a 14 de Julho de 2011 - Juiz de Fora - MG

Garanta a presença da sua empresa na edição 2012,
visite o estande da EPAMIG no evento e confira.
Mais informações: (31) 3489-5078 ou www.cnlepamig.com.br



Instituto de Laticínios Cândido Tostes



Reflexos da incidência de pragas na qualidade do café

Paulo Rebelles Reis¹

Resumo - Os danos quantitativos na produção de café são quase sempre mais visíveis e têm merecido atenção da pesquisa e de pessoas envolvidas com a produção. Acompanhando a redução da produção vem a piora na qualidade dos grãos e na bebida do café, as quais, na maioria das vezes, passam despercebidas. Como o efeito na qualidade da bebida é considerado indireto, o controle das pragas, principalmente aquelas já identificadas como agentes facilitadores da entrada de microrganismos nas folhas, como o ácaro da mancha-anular, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), nos frutos de café, e o ácaro da mancha-anular, deve ser uma preocupação constante do setor produtivo. Esse controle tem dupla finalidade, ou seja, evitar danos diretos na redução da produção e indiretos na redução da qualidade do café produzido.

Palavras-chave: *Coffea* spp. Inseto. Ácaro. Fungo toxigênico.

INTRODUÇÃO

A influência do ataque de pragas em cafeeiros é mais conhecida e divulgada no que diz respeito aos danos quantitativos, por expressar redução tanto na produção de grãos, quanto no lucro do produtor. Entretanto, sabe-se que a redução da qualidade está cada vez mais influenciando na rentabilidade e na competitividade da

cultura, por exigência do mercado de café, principalmente para exportação. Com base nestes fatos, estudos mais recentes têm sido feitos com vistas à melhoria da qualidade também em função da redução do ataque de pragas. Assim, sabe-se que a broca-do-café pode causar danos quantitativos e qualitativos, estes últimos, na classificação, pelo tipo e pela qualidade da bebida. Mais

recentemente, descobriu-se que frutos de café com sintomas da mancha-anular, veiculada pelo ácaro-plano, dão origem à bebida de pior qualidade.

As principais pragas que atacam o cafeeiro e causam danos econômicos podem não ser as mesmas em todas as regiões produtoras, porém quase sempre são as que se encontram listadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Principais pragas do cafeeiro, parte da planta atacada e danos causados

Nome comum	Nome científico	Parte da planta atacada	Principal injúria
Broca-do-café	<i>Hypothenemus hampei</i>	Fruto	Perfuração de grãos; queda de frutos; vetor de microrganismos
Cochonilha-da-roseta	<i>Planococcus minor</i>	Ramo	Queda de frutos
Mosca-dos-frutos	<i>Ceratitidis capitata</i>	Fruto	Queda de frutos
Mosca-da-raiz	<i>Chiromyza vitatta</i>	Raiz	Definhamento
Cochonilha-da-raiz	<i>Dysmicoccus texensis</i>	Raiz	Definhamento
Cigarra	<i>Quesada gigas</i>	Raiz	Definhamento
Bicho-mineiro	<i>Leucoptera coffeella</i>	Folha	Desfolhamento
Ácaro da mancha-anular	<i>Brevipalpus phoenicis</i>	Folha, fruto e ramo	Desfolhamento; vetor de vírus
Ácaro-vermelho	<i>Oligonychus ilicis</i>	Folha	Desfolhamento
Lagarta-dos-cafezais	<i>Eacles imperialis magnifica</i>	Folha	Desfolhamento

FONTE: Reis (2007).

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista CNPq, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: paulo.rebelles@epamig.ufla.br

COMO AS DIFERENTES PRAGAS PODEM AFETAR A QUALIDADE DO GRÃO E DA BEBIDA DO CAFÉ

As pragas podem afetar diretamente a qualidade do grão de café alterando sua classificação pelo tipo, porém a qualidade é, sem dúvida e com maior frequência, indiretamente afetada por microrganismos veiculados pelas pragas e pela falta de folhas nos ramos.

Pragas desfolhadoras e a qualidade do café

A desfolha precoce do cafeeiro, causada, no caso do ataque de praga, pelo bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrotet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), afeta a qualidade do café, principalmente no tipo e na bebida, ainda no mesmo ano. As causas, segundo Carneiro Filho (1987), são mudanças fisiológicas nos frutos que resultam em má granação, aumento de grãos pretos, verdes e ardidos (PVA). Esses defeitos são mais acentuados no terço superior das plantas, local preferido para o ataque do bicho-mineiro.

A piora na qualidade dos grãos e da bebida, causada por agentes desfolhantes, é indireta e facilita o aparecimento de defeitos, responsáveis diretos pela perda da qualidade. Tais defeitos ocorrem principalmente no terço superior das plantas, por ser a parte que desfolha mais e primeiro.

Somente reduzindo a desfolha, Carneiro Filho (1987) demonstrou que a bebida pode passar de riada para dura, em função da redução dos defeitos de má granação, PVA, principalmente.

O ataque do ácaro-plano ou da mancha-anular *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), ao veicular o vírus da mancha-anular (CoRSV), torna-se um agente desfolhante (Fig. 1) e, dependendo da intensidade da desfolha, os danos na produção e na qualidade do café são acentuados (REIS; CHAGAS, 2001).



Figura 1 - Folhas ainda na planta exibindo sintomas da virose da mancha-anular do cafeeiro, antes de cair ao solo

Broca-do-café e a qualidade dos grãos e da bebida

A qualidade da bebida do café pode não ser diretamente influenciada pelo ataque da broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), aos frutos de café, mas sim indiretamente pela facilidade que os danos proporcionam à penetração de microrganismos, como fungos do gênero *Penicillium* (CALAFIORI et al., 1978) e *Fusarium* (CHALFOUN; SOUZA; CARVALHO, 1984), entre outros relacionados com alterações da qualidade da bebida do café.

A qualidade do café em relação ao tipo é substancialmente reduzida em função

do grau de infestação pela broca, tendo Reis, Souza e Melles (1984) demonstrado que, considerando apenas o aumento da infestação, o café pode passar do tipo 2 ao tipo 7 (Quadro 2), pois dois a cinco grãos broqueados constituem um defeito.

Lucas et al. (1987), após teste de prova de xícara, para verificar a influência do ataque de broca nas características organolépticas da bebida do café, concluíram não haver interferência direta na qualidade de bebida, apenas no tipo.

Segundo Vega e Mercadier (1998), a broca-do-café, em Uganda e Benin, (África) serve de transporte para o fungo *Aspergillus ochraceus* K. Wilh. Vega, Mercadier e Dowd (1999) relatam que

QUADRO 2 - Média de perda de peso, porcentagem de redução de produção, perda de peso em café beneficiado e alterações na classificação pelo tipo, segundo o grau de infestação pela broca

Porcentagem de infestação	Peso médio de 1.200 sementes (g)		Porcentagem de redução da produção em peso		Perda de peso em café beneficiado (g/60 kg)		Tipo
	Observado	Esperado	Observada	Esperada	Observada	Esperada	
0	401,8	402,0	-	-	-	-	2
1	401,7	401,2	0,025	0,199	14,9	119,4	2
3	399,1	399,2	0,697	0,697	418,1	417,9	2
5	396,1	397,4	1,419	1,144	851,2	686,6	3
7	393,9	396,5	1,966	1,368	1.179,7	820,9	3
10	393,3	393,8	2,116	2,040	1.269,3	1.223,9	3
20	385,0	385,3	4,181	4,154	2.508,7	2.492,5	4
40	371,2	370,5	7,616	7,836	4.569,4	4.701,5	6
50	361,4	358,1	10,055	10,920	6.032,8	6.552,2	6
80	332,5	332,4	17,314	17,314	10.348,4	10.388,0	7
100	317,2	317,2	21,055	21,055	12.633,2	12.656,7	7

FONTE: Dados básicos: Reis, Souza e Melles (1984) e Reis (2007).

pesquisas têm demonstrado que a broca-do-café, *H. hampei*, pode estar veiculando fungos toxigênicos nas plantações de café.

Para grãos de café com baixo grau de dano, a prova de xícara foi considerada aceitável e rejeitada com graus elevados de dano pela broca-do-café, permitindo a Montoya-Restrepo (1999) concluir que maior dano nos grãos está relacionado com a deterioração da bebida do café.

Quanto maior a porcentagem de grãos broqueados pior o rendimento e a qualidade do café, o que pode ser confirmado pela diminuição do peso das sementes, baixa atividade de polifenoloxidase (PFO), baixo teor de compostos fenólicos totais, alta acidez titulável e prova de xícara (PIMENTA; CUNHA, 2000). Também, esses autores concluíram que, com até 20% de infestação, não há alteração significativa tanto no rendimento quanto na qualidade química e de bebida dos grãos de café. Apenas com infestação acima de 50% de grãos broqueados é que a bebida passa de dura para riada.

Além de reduzir a queda de frutos em cerca de 8%, Stevanato et al. (2002) demonstraram que o controle da broca reflete

em uma melhor qualidade de bebida do café. Com esse controle, os defeitos dos grãos foram reduzidos pela metade e a bebida do café com maior número de defeitos foi riada, enquanto que com a broca controlada foi apenas mole.

Carrión e Bonet (2004) estudaram a micobiota associada com a broca-do-café e as galerias produzidas nos frutos do cafeeiro *C. arabica* e, no total, relataram 13 espécies de fungos. Estes fungos foram divididos em quatro grupos funcionais:

- fungos sapróbios² que a broca utiliza como alimento: *Fusarium heterosporum* Nees & Fries, *Cladosporium* sp., *Cladosporium oxysporum* Berkeley & Curtis e *Penicillium echinulatum* Fassatiava;
- fungos sapróbios que degradam fezes da broca: *Aspergillus flavus* Link, *Aspergillus niger* Tieghem, *Mucor luteus* Linnemann, *Penicillium* sp., *Humicola grisea* Traaen e *Gliocladium penicilloides* Corda;
- fungos fitopatogênicos: *Fusarium oxysporum* Schlechetend e *Fusarium solani* (Martius) Saccardo;

d) fungo entomopatogênico: *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin.

Os mesmos fungos foram encontrados sobre e dentro do inseto (Fig. 2), bem como em galerias e como componentes da dieta dos insetos. Nesse estudo, esses autores concluíram que a broca não é o único problema a ser enfrentado pelos produtores de café. Um importante efeito adicional é a introdução pela broca nos cafeeiros de uma diversificada micobiota com repercussão na saúde das plantas e dos potenciais consumidores do café.

Pérez et al. (2003) e Pérez, Infante e Vega (2007) relataram 187 microrganismos associados ao inseto broca-do-café, em *C. arabica* no México, desses, 110 foram isolados da cutícula, 48 do intestino e 29 das fezes do inseto, num total de 21 gêneros e 39 espécies. Os gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Candida* e *Aspergillus* foram predominantes, com a porcentagem de abundância de 26,4%; 18,7%; 13,4% e 12,5%, respectivamente. Fungo do gênero *Fusarium* sempre foi encontrado associado aos três tipos de substratos (cutícula, intestino e fezes), e três espécies foram

²Organismos que se nutrem absorvendo substâncias orgânicas que se encontram em decomposição.

identificadas no gênero, com predominância de *F. solani* (Martius) Saccardo (estádio assexuado de *Nectria hematococca* Berk. & Br.).

O gênero *Penicillium* foi o que apresentou o maior número de espécies, sendo 11 ao todo. Leveduras foram

isoladas de todos os substratos, porém somente três espécies foram identificadas: *Candida diddensiae*, *C. fermentati* (Saito) Bai e *Pichia burtonii* Boidin. De seis espécies do gênero *Aspergillus*, *A. ochraceus* Wilhelm. e *A. niger* van Tieghem foram predominantes e isoladas

em campo e, principalmente, de criações de laboratório (PÉREZ et al., 2003).

Nas galerias produzidas pela broca nos frutos, foram encontradas menores quantidades de fungos que no corpo do inseto, e Pérez et al. (2003) relatam 25 isolados representados por quatro gêneros: *Fusarium* (64,1%), *Candida* (10,3%), *Hanseniaspora* (10,3%) e *Coryne* (2,6%), novamente com predominância do gênero *Fusarium* e o único isolado em várias localidades.

Rojas, Morales-Ramos e Harrington (1999), Morales-Ramos et al. (2000) e Pérez et al. (2003) sugerem que algumas espécies de fungos estão em associação mutualística com a broca, neste caso o fungo *F. solani* (Fig. 3AB), e segundo Peterson et al. (2003) também *Penicillium brocae*. Peterson et al. (2003), por proverem os esteróis exógenos (ergosterol), necessários para o desenvolvimento da broca.

Pela grande diversidade de fungos associados com a broca-do-café, é provável a existência de mutualismo facultativo, apesar de este mutualismo basear-se em apenas um microrganismo.

Posteriormente, Pérez, Infante e Vega (2005, 2007) mencionam que seus novos

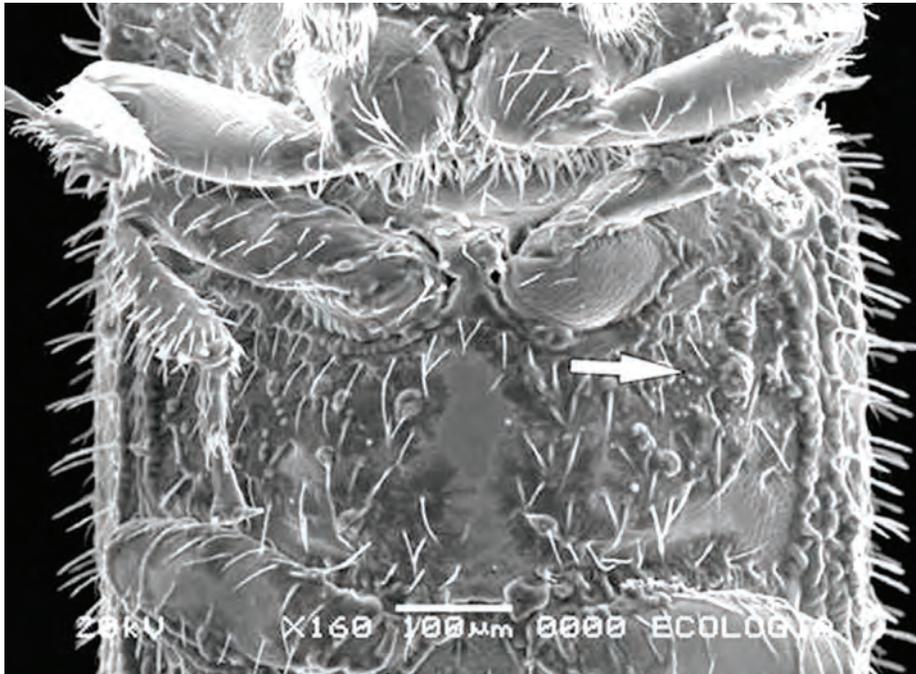


Figura 2 - Grupos de esporos na região ventral média da broca-do-café
FONTE: Carrión e Bonet (2004).

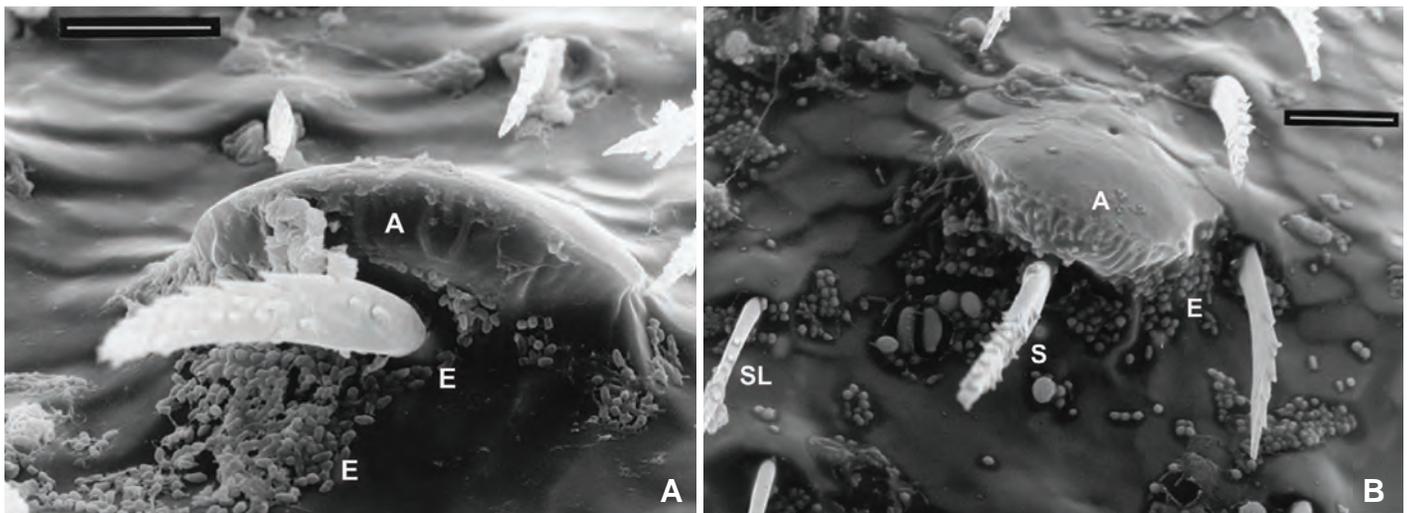


Figura 3 - Esporos de *Fusarium solani*
FONTE: Morales-Ramos et al. (2000).

NOTA: Figura 3A - Esporos de *Fusarium solani* (E) protegidos na cavidade do asperito (A) (pequena saliência achatada na região do pronoto da broca, contendo uma seta) achatado contendo uma seta dorsal (pronoto) em broca-do-café *Hypothenemus hampei*. A linha branca representa 10 µm. Figura 3B - Esporos de *Fusarium solani* (E) sob o asperito (A) e na base de setas livres (SL). A linha branca representa 10 µm.

resultados de pesquisa indicam não haver um claro efeito positivo de algum fungo sobre a broca-do-café, concluindo, portanto, que a broca não se apresenta em relação mutualística com nenhum fungo a ela associada (Fig. 4), como tem sido sugerido por outros autores.

Perez L., Posada, F. e Gonzalez G. (1996) também constataram a presença de *Fusarium* sp. sobre a broca e na galeria produzida no grão de café, sugerindo que o fungo poderia ser um agente biológico de controle da broca. Outros trabalhos,

como os de Chalfoun, Souza e Carvalho (1984), Carvalho, Chagas e Souza (1997) e Taniwaki (2007), mostram, entretanto, que esse fungo está relacionado com a qualidade do café, sendo veiculado pela broca para os grãos de café, não sendo considerado um agente de controle biológico desse inseto.

Na Colômbia, adultos da broca-do-café também foram encontrados em associação com as leveduras *Pichia burtonii* Boidin e *Candida fermentati* (Saito) Bai, porém o teor de cafeína nos grãos de café pode retardar o crescimento das leveduras (VEGA

et al., 2003). Esses autores levantam hipótese de que as leveduras são microrganismos endossimbiontes no inseto, as quais auxiliam na digestão de alimentos e mesmo na destoxificação da cafeína, sendo esta última ação menos aceita.

No Brasil, trabalho de associação de fungos e broca-do-café, microbiota associada a *H. hampei*, foi realizado para *Coffea canephora* Pierre & Froehner, no estado de Rondônia, por Gama et al. (2005, 2006). Esses autores relataram que todos os gêneros de fungos filamentosos associados

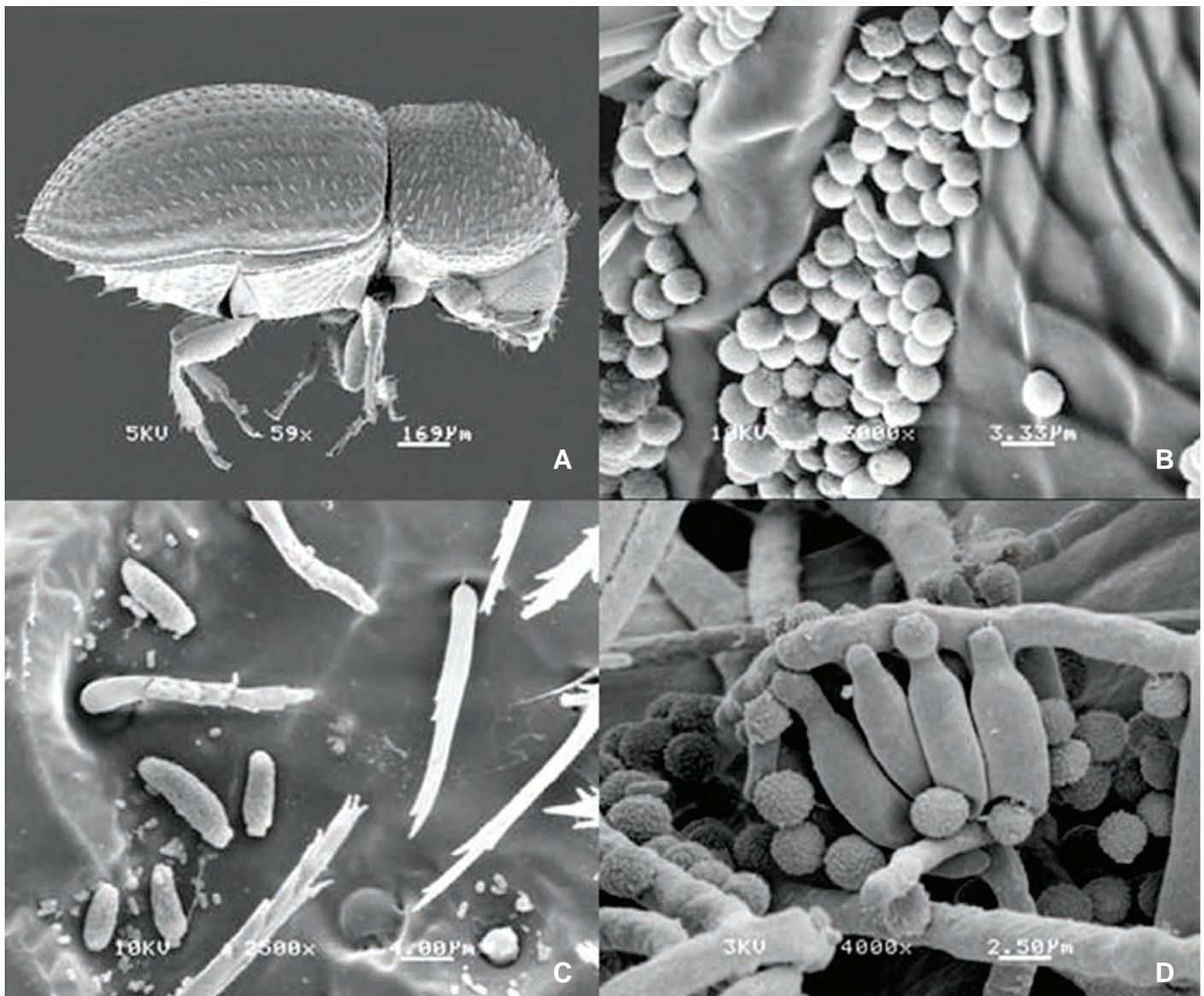


Figura 4 - Broca-do-café e esporos associados à broca e ao fruto de café

FONTE: Pérez, Infante e Vega (2007).

NOTA: A - Fêmea adulta; B - Esporos localizados no mesotórax da fêmea adulta, C - Esporos localizados nos asperitos da fêmea adulta; D - Esporos dentro de galerias produzidas pela broca em fruto de café.

à broca estavam também presentes nas galerias por estas produzidas nos frutos de café, o que indica que o broqueamento pode ser um modo de inoculação de fungos nos grãos de café pela broca. Ainda, na broca, a maior diversidade de gêneros de fungos foi encontrada no aparelho bucal e protórax dos insetos e menos nas fezes.

Nos insetos, os gêneros de fungos predominantes, em ordem decrescente de ocorrência, foram *Fusarium*, *Penicillium* e *Geotrichum*, e nas galerias foram *Fusarium*, *Geotrichum*, *Trichoderma* e *Aspergillus* (Quadro 3). Segundo Gama et al. (2005, 2006), a presença de fungos do gênero *Fusarium* no corpo do inseto e nas galerias produzidas nos frutos reforça indicações já feitas por outros autores de uma interação íntima entre broca e *Fusarium*.

Assim como relatado por Pérez et al. (2003) e Pérez, Infante e Vega (2007), em *C. arabica* no México, Gama et al. (2006) relataram que em *C. canephora* no Brasil o gênero *Fusarium* foi o único comum à cutícula, aparelho bucal, protórax, aparelho digestivo, fezes e galerias; nas fezes foi o único gênero encontrado. Ainda, relataram que a presença de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* enfatiza a possibilidade de dispersão da ocratoxina pela broca-do-café.

Também em *C. canephora*, em Rondônia, foi demonstrado por Gama et al. (2005) que, tanto as brocas como os frutos, broqueados ou não, encontrados no solo apresentaram maior riqueza de fungos que aquelas brocas e frutos, broqueados ou não, coletados na parte aérea das plantas. Ressaltam também que a ocorrência de espécies de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em frutos de café pode estar associada à presença de micotoxinas (aflatoxina, ocratoxina e patulina), e que o transporte desses fungos entre frutos e do solo para a parte aérea da planta pode ser decorrente da atividade da broca-do-café nesses ambientes.

Mosca-dos-frutos e a qualidade da bebida do café

O cafeeiro é o maior hospedeiro da mosca-dos-frutos *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). É uma praga polífaga, que ataca inúmeras frutas, tais como pêssego, laranja, pera, goiaba, abacate, seriguela e muitas outras. Ocorre em todo o território brasileiro.

A influência do ataque da mosca-dos-frutos *C. capitata* na qualidade da bebida do café, na região Oeste da Bahia, foi

avaliada por Santo et al. (2003), os quais concluíram que, apesar da alta infestação nos frutos (11% a 22%), não encontraram alteração da bebida, tanto para cafés derriçados no pano, quanto para cafés de varrição, embora estes últimos apresentassem maior infestação, mau aspecto e levemente fermentados.

O ataque na polpa prejudica a qualidade da bebida e constitui foco de infestação para pomares de outras frutíferas. Podem, também, causar apodrecimento e queda de frutos de café (Fig. 5).

Em regiões de clima quente e, principalmente, com lavouras irrigadas, a presença das larvas que consomem a polpa de café acelera a fase de cereja, passando rapidamente para passa e seco. Como consequência, há redução do volume de café que pode ser descascado, com grandes prejuízos, já que esse tipo no mercado atinge maiores cotações, pela qualidade da bebida obtida. Como reduz o volume de café cereja a ser colhido, aumenta o volume de café boia e de varrição, de menores cotações no mercado.

QUADRO 3 - Porcentagem de ocorrência de gêneros de fungos filamentosos isolados da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, e de galerias produzidas nos frutos de café, *Coffea canephora*

Gênero de fungo	Porcentagem de ocorrência dos fungos nos insetos e galerias	
	⁽¹⁾ Em adultos da broca-do-café	Nas galerias nos frutos
<i>Fusarium</i>	55,7	33,3
<i>Geotrichum</i>	10,8	29,6
<i>Penicillium</i>	24,3	-
<i>Aspergillus</i>	3,0	14,8
<i>Lecanicillium</i>	1,7	-
<i>Cephalosporium</i>	1,0	-
<i>Curvularia</i>	1,0	3,7
<i>Oidiodendron</i>	0,3	-
<i>Trichoderma</i>	1,0	18,5
<i>Beauveria</i>	1,0	-

FONTE: Gama et al. (2006).

(1) Fungos encontrados na cutícula, aparelho bucal, tubo digestivo, protórax e fezes da broca-do-café.

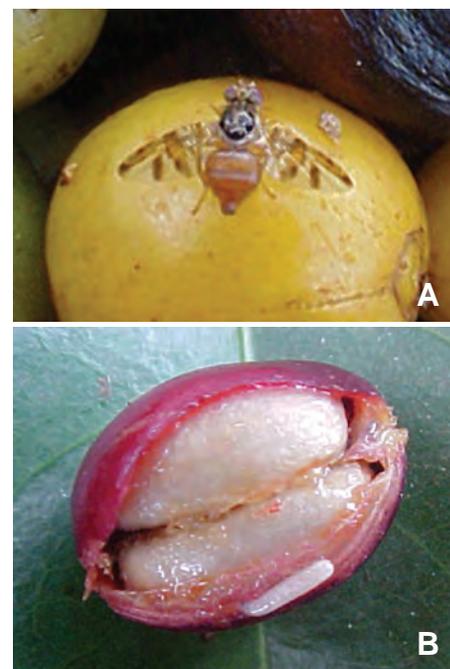


Figura 5 - Mosca-dos-frutos *Ceratitis capitata*
NOTA: A - Adulto pousado sobre fruto de café cereja amarelo; B - Larva na parte interna da polpa do fruto cereja vermelho.

Fotos: Paulo Rebelles Reis

Outros agentes facilitadores de infecções e relação com a qualidade do café

Quanto à qualidade do café, no Quadro 4 encontram-se relatados os resultados obtidos por Reis e Chagas (2001) de compostos fenólicos totais, atividade de PFO e açúcares totais. Foram observados maiores teores de compostos fenólicos no café com ataque do ácaro *B. phoenicis* e com sintomas da mancha-anular. Fato semelhante foi mostrado por Kennedy e Waterkeyn (1994), para ataque da mesma espécie de ácaro em folhas de chá da Índia, por análise visual em cortes histológicos de folha. Sob microscópio, esses autores observaram o acúmulo de compostos fenólicos no interior e entre células do mesófilo, substâncias produzidas por interação entre o ácaro e a planta.

A presença desses compostos no café foi observada por Carvalho et al. (1989) em uma média de 8,37% de fenólicos totais nos frutos colhidos cerejas e de 9,66% nos derriçados no pano, teores bem mais elevados que os relatados por Reis e Chagas (2001) (Quadro 4). Isso pode ter ocorrido em função de não ter havido frutos verdes e semimaduros nas amostras analisadas por Reis e Chagas (2001), os quais possuem maiores teores destes compostos.

Segundo Amorim e Silva (1968), os compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênico e cafeico, exercem uma ação protetora antioxidante dos aldeídos. Quando há qualquer condição adversa aos grãos, ou seja, ataque de insetos, injúrias mecânicas, infecção por microrganismos, colheita inadequada, problemas no processamento e armazenamento, as polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, facilitando a oxidação destes. Ao mesmo tempo são produzidas quinonas, as quais agem como substrato inibidor da polifenoloxidase. Por este motivo, cafés de pior qualidade, ou seja, os que tiveram seu sabor afetado por condições adversas, têm também baixa atividade de PFO.

Carvalho e Chalfoun (1985) relataram que com a diminuição nos compostos fenólicos há um decréscimo na adstringência do café, o que é desejável para obtenção de cafés finos.

Segundo Carvalho et al. (1994), fatores que tendem a melhorar a qualidade da bebida de café proporcionam aumento na atividade de PFO.

Os resultados relatados no Quadro 4 mostram menores valores da atividade da PFO e que houve maior porcentagem de fenólicos totais nos grãos de café provenientes de frutos que exibiam sintomas da mancha-anular. Comparando os resultados da atividade da PFO, obtidos por Reis e Chagas (2001), com os apresentados por Carvalho et al. (1994), e que estão apresentados no Quadro 5, pode-se inferir que o café sofreu alteração na qualidade da

bebida, passando de bebida mole para dura, o que demonstra que o ataque do ácaro e, conseqüentemente, da mancha-anular é um fator que prejudica a qualidade da bebida do café.

Foram também constatados maiores teores de açúcares totais nas amostras de café atacadas (Quadro 4), o que pode ter favorecido a infecção por microrganismos nas lesões causadas pelo ácaro.

Segundo Carvalho (1997), esses microrganismos em desenvolvimento produzem suas próprias enzimas que agem sobre os compostos químicos da mucilagem, principalmente sobre os açúcares, ao ser produzido o álcool, os quais se desdobram em ácido acético, láctico, butírico e outros ácidos carboxílicos superiores. Ao iniciar a produção de ácido butírico, começa a haver prejuízo na qualidade do café.

QUADRO 4 - Atividade da polifenoloxidase (U/min/g de amostra), açúcares totais (%) e fenólicos totais (%) em grãos de café provenientes de frutos com e sem ataque do ácaro *Brevipalpus phoenicis* e da mancha-anular - Lavras, MG

Parâmetros analisados		Repetições			⁽¹⁾ Média ± EP
Análise	Ácaro	I	II	III	
Atividade da polifenoloxidase	Com ácaro	62,99	60,66	60,66	61,43 ± 0,78
	Sem ácaro	65,32	67,66	67,66	66,88 ± 0,78
Açúcares totais	Com ácaro	9,16	8,62	8,62	8,80 ± 0,18
	Sem ácaro	5,63	6,93	5,93	6,16 ± 0,39
Fenólicos totais	Com ácaro	7,07	5,70	5,67	6,15 ± 0,46
	Sem ácaro	6,48	5,31	5,38	5,72 ± 0,38

FONTE: Reis e Chagas (2001).

(1) Erro-padrão da média.

QUADRO 5 - Atividade da polifenoloxidase, em U/min/g de amostra, em cafés previamente classificados pela prova de xícara

Classificação pela prova de xícara	Atividade de polifenoloxidase (PFO)	
	Média	Faixa de variação
Estritamente mole	68,94	67,66 - 74,66
Mole	65,96	64,16 - 67,66
Apenas mole	63,77	62,99 - 66,94
Dura	60,98	55,99 - 62,99
Riada	44,00	37,33 - 53,66
Rio	41,36	36,16 - 47,83

FONTE: Carvalho et al. (1994).

Os carboidratos podem contribuir para o sabor e aroma do café, conforme Amorim (1972), que observou, no entanto, que estes componentes não influem nas classificações por qualidade da bebida.

O ataque do ácaro *B. phoenicis*, como vetor do vírus da mancha-anular em frutos e folhas de cafeeiro e como porta de entrada para microrganismos indesejáveis (Fig. 6AB), é, portanto, um fator que altera para pior a qualidade da bebida.

Segundo Reis e Chagas (2001), o ataque do ácaro-plano *B. phoenicis* e a incidência da mancha-anular por este veiculada são fatores que predisõem os frutos de café a sofrer alterações na qualidade da bebida. A menor atividade da PFO e a maior porcentagem de compostos fenólicos e açúcares totais em frutos com sintoma da doença comprovam quimicamente esse fato, embora a equivalência entre o método químico utilizado e o da prova de xícara seja questionável, como indicador preciso da classificação de qualidade do café (VITORINO et al., 2001). Reis e Chagas (2001) constataram, ainda, nos frutos atacados maiores teores de açúcares totais, que podem ter favorecido a infecção por microrganismos nas lesões causadas pelos ácaros.

Após o ataque do ácaro-plano, os frutos ficam predispostos à penetração de microrganismos, como é o caso do fungo

Colletotrichum gloeosporioides, que é comum ser encontrado em condições saprofiticas em cafeeiro (REIS et al., 2000) e por outros gêneros de fungos, como *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Aspergillus*, também relacionados com a qualidade da bebida do café (ALVES; CASTRO, 1998; SCAVANACHI; PATRÍCIO, 1998; CARVALHO; FIGUEIRA, 1998).

REFERÊNCIAS

ALVES, E.; CASTRO, H.A. de. Fungos associados ao café (*Coffea arabica* L.) nas fases de pré e pós-colheita em lavouras da região de Lavras. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.24, n.1, p.4-7, jan./mar. 1998.

AMORIM, H.V. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida**. 1972. 136f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1972.

_____; SILVA, O.M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, London, v.219, p.381-382, 1968.

CALAFIORI, M.H. et al. Influência da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), na bebida e sua associação com fungo. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.3, n.3, p. 80-81, set. 1978.

CARNEIRO FILHO, F. Efeito da desfolha precoce do cafeeiro na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS

CAFEIRAS, 14.; CONGRESSO LATINOAMERICANO DE TECNOLOGIA CAFEIEIRA, 1., 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1987. p.18-19.

CARRIÓN, G.; BONET, A. Mycobiota associated with the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) and its galleries in fruit. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.97, n.3, p.492-499, May 2004.

CARVALHO, C.M.; FIGUEIRA, A. dos R. Situação do vírus da mancha anular em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** A tecnologia vai florir para o café produzir. Rio de Janeiro: MA-PROCAFÉ, 1998. p.250-251.

CARVALHO, V.D. de. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café**. Lavras: UFLA: FAEPE, 1997. 73p.

_____; CHAGAS, S.J. de R.; SOUZA, S.M.C. de. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20, 1997.

_____; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**. Café, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.79-91, jun. 1985.

_____ et al. Efeito do tipo de colheita e local de cultivo na composição físico-química e química do grão beneficiado de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.23-24.

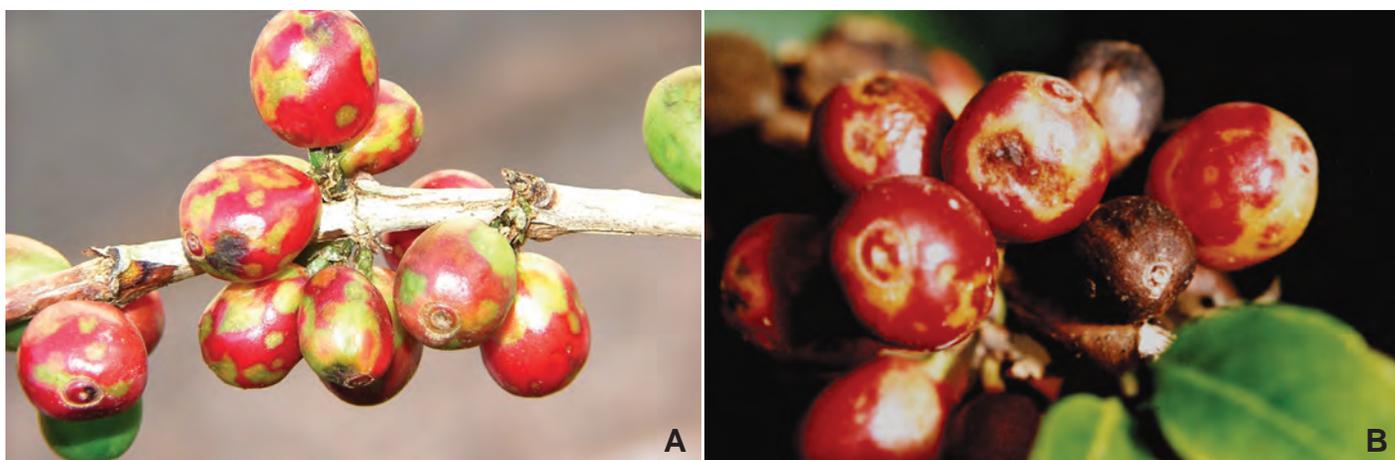
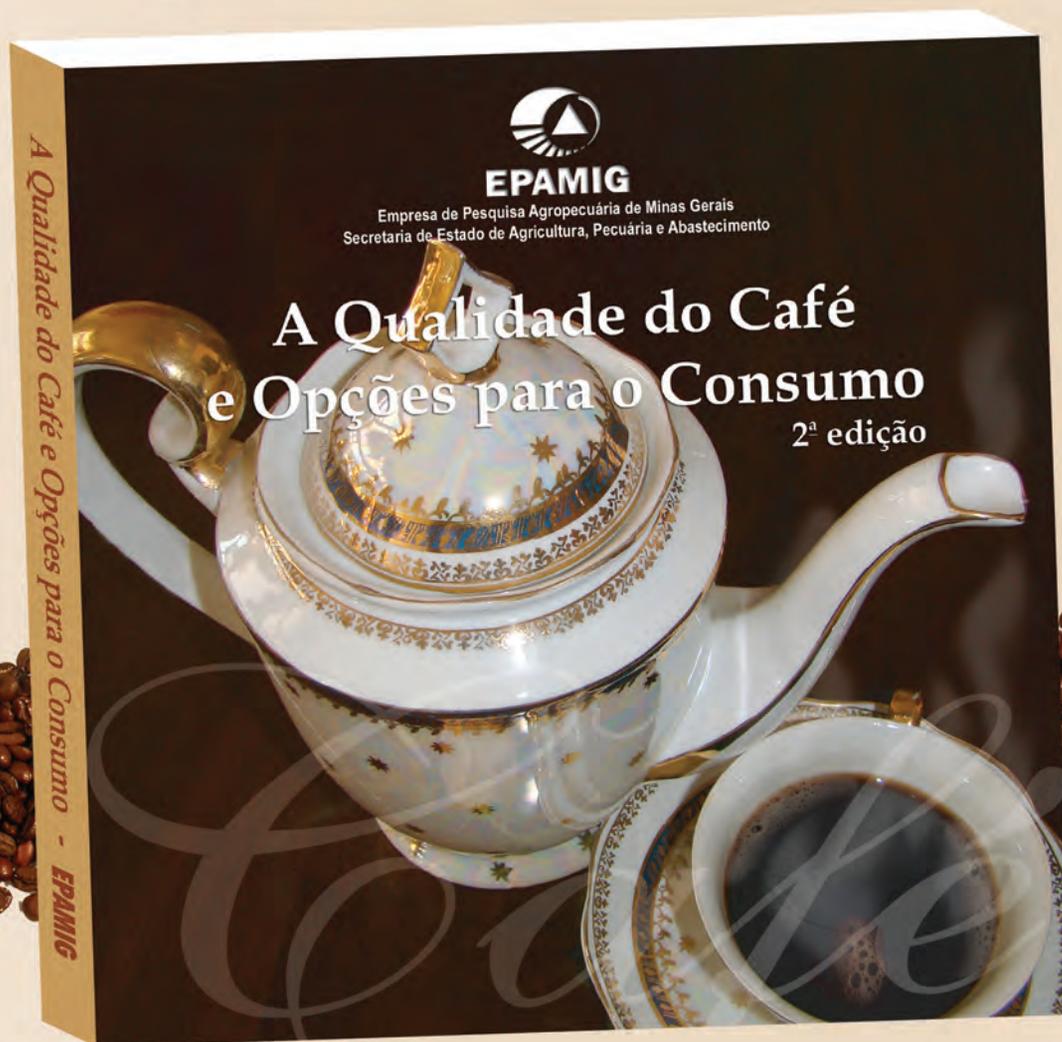


Figura 6 - Frutos do cafeeiro com sintomas de mancha-anular

NOTA: Figura 6A - Frutos em início do estágio cereja apresentando sintomas de ataque da mancha-anular, com lesões que constatam a presença de fungos. Figura 6B - Frutos cereja com sintomas da mancha-anular e presença acentuada de fungos e frutos passa, em virtude do amadurecimento precoce.

- CARVALHO, V.D. de et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café – I: atividades de polifenoloxidase e peroxidase, índice de coloração de acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, 1994.
- CHALFOUN, S.M.; SOUZA, J.C. de; CARVALHO, V.D. de. Relação entre a incidência de broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera-Scolytidae), e microorganismos em grãos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1984. p.149-150.
- GAMA, F. de C. et al. Diversidade de fungos filamentosos associados a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) e suas galerias em frutos de *Coffea canephora* (Pierre). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, n.5, p.573-578, set./out. 2006.
- _____. et. al. Influência do ambiente na diversidade de fungos associados a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) e frutos de *Coffea canephora*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.3, p.359-364, 2005.
- KENNEDY, J.S.; WATERKEYN, L. Histology of feeding injury caused by *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae) on tea leaves. **Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepast Biologische Wetenschappen Univesiteit Gent**, Belgium, v.59, n.2a, p.213-220, 1994.
- LUCAS, M.B. et al. Efeitos de diferentes índices de infestação da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) na classificação pelo tipo e bebida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: Sociedade Entomológica do Brasil, 1987. v.1, p.286.
- MONTOYA-RESTREPO, E.C. Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. **Cenicafé**, Caldas, v.50, n.4, p.245-258, oct./dic. 1999.
- MORALES-RAMOS, J.A. et al. Symbiotic relationship between *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) and *Fusarium solani* (Moniliales: Tuberculariaceae). **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v.93, n.3, p.541-547, 2000.
- PÉREZ, J.; INFANTE, F.; VEGA, F.E. Does the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) have a mutualistic fungi? **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.98, n.4, p.483-490, 2005.
- _____; _____. Microorganismos asociados a la broca del café: ¿existe realmente un mutualismo? In: WORKSHOP INTERNACIONAL MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2007. p.65-76.
- _____. et al. Mycobiota associated with the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Mexico. **Mycological Research**, v.107, n.7, p.879-887, July 2003.
- PEREZ L., E.J.; POSADA F, F.J.; GONZALEZ G., M.T. Patogenicidad de un aislamiento de *Fusarium* sp. encontrado infectando la broca del café *Hypothenemus hampei*. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v.22, n.3, p.105-111, 1996.
- PETERSON, S.W. et al. *Penicillium brocae*, a new species associated with coffee berry borer in Chiapas, Mexico. **Mycologia**, Lawrence, v.95, n.1, p.141-147, 2003.
- PIMENTA, C.J.; CUNHA, K.M. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) com diferentes porcentagens de grãos brocados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 26.; ENCONTRO DE CAFFEEICULTORES DE MARÍLIA, 6., 2000, Marília. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA-PROCAFÉ, 2000. p.243-244.
- REIS, P.R. Reflexos da incidência de pragas na qualidade do café. In: SALVA, T. de J.G. et al. **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas: Instituto Agrônomo, de Campinas, 2007. p.107-120.
- _____.; CHAGAS, S.J. de R. Relação entre o ataque do ácaro-plano e da mancha-anular com indicadores da qualidade do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.72-76, jan./fev. 2001.
- _____.; SOUZA, J.C. de; MELLES, C. do C.A. Pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**. Pragas do cafeeiro, Belo Horizonte, ano 10, n.109, p.3-60, jan. 1984.
- _____. et al. Distribuição espacial do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.29, n.1, p.177-183, 2000.
- ROJAS, M.G.; MORALES-RAMOS, J.A.; ARRINGTON, T.C. Association between *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) and *Fusarium solani* (Moniliales: Tuberculariaceae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.92, n.1, p.98-100, Jan. 1999.
- SANTO, J.E. et al. Amosca dos frutos (*Ceratitidis capitata*) na qualidade de bebida do café na região do Oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2003. p.316.
- SCAVANACHI, V.; PATRÍCIO, F.R.A. Presença do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis* Geijskes, 1939) e fungos em cafeeiros no Sul e Sudoeste de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** A tecnologia vai florir para o café produzir. Rio de Janeiro: MA-PROCAFÉ, 1998. p.68.
- STEVANATO, S.G. et al. Controle a broca do cafeeiro com diversos inseticidas e seus efeitos na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2002. p.74-75.
- TANIWAKI, M.H. Danos causados pela broca-do-café: entrada para os fungos e as toxinas. In: WORKSHOP INTERNATIONAL, 2004, Londrina. **Anais...** Manejo da broca-do-café. Londrina: IAPAR, 2007. cap.2, p.77-82.
- VEGA, F.E.; MERCADIER, G. Insects, coffee and ochratoxin A. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v.81, n.4, p.543-544, Dec. 1998.
- _____.; _____.; DOWD, P.F. Fungi associated with the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 18., 1999, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki: Association Scientific Internationale du Café, 1999. p.229-238.
- _____. et al. Identification of a coffee berry borer-associated yeast: does it break down caffeine? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.107, n.1, p.19-24, Apr. 2003.
- VITORINO, P.F.P.G. et al. Seria a atividade de polifenoloxidase um bom indicador da qualidade da bebida do café? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. 1 CD-ROM.

A história e o sabor do café



O café é um dos produtos agrícolas de grande importância para o Brasil, com peso significativo na balança comercial de exportações. O Brasil é o maior produtor mundial de café e o segundo maior consumidor desse produto, depois dos Estados Unidos.

A cafeicultura exerce notável relevância socioeconômico tanto no cenário nacional como para o estado de Minas Gerais, maior produtor do País.

O livro **A Qualidade do Café e Opções para o Consumo**, em nova edição, traz informações sobre a história do café, benefícios para a saúde e diversas receitas para degustação deste produto.

Informações e vendas:
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



Critérios utilizados na avaliação da qualidade do café

Marcelo Ribeiro Malta¹

Resumo - No Brasil, a qualidade do café é determinada principalmente em função de duas classificações. A primeira, refere-se à classificação física, em que os grãos são selecionados de acordo com a coloração, forma, tamanho e presença de defeitos. A segunda, é pela qualidade da bebida (análise sensorial). Esta é realizada por provadores treinados que conseguem distinguir diferentes padrões de bebida. Esta prova é um trabalho complexo que exige conhecimento perfeito, grande prática e educação do paladar para uma melhor distinção do sabor e aroma. São abordados os critérios, normas e procedimentos adotados para a classificação e avaliação da qualidade do café atualmente empregados no Brasil.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Cafés especiais. Classificação. Características sensoriais.

INTRODUÇÃO

A valorização da qualidade do café é uma antiga preocupação, que levou os setores ligados à atividade cafeeira no Brasil a elaborarem normas de classificação em 1917. Nestas normas, observa-se uma ênfase a certos atributos que estão associados à aceitação ou à rejeição do café para o consumo. No mesmo ano, foi criada a prova de xícara no Brasil, sendo adotada pela bolsa oficial de Café e Mercadorias de Santos, que havia sido instalada em 1914.

Atualmente, a tipificação e a caracterização sensorial dos cafés comercializados nas bolsas de mercadorias, denominados cafés commodities, são regidas pela Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), segundo regulamento denominado “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru” (BRASIL, 2003).

Na avaliação de cafés especiais, além da nota global, são importantes as pontuações obtidas em cada um dos atributos sensoriais que compõem a qualidade da bebida. Dentre as metodologias disponíveis

para análise sensorial dos cafés especiais, tem sido bastante utilizado o método da Specialty Coffee Association of America (SCAA), elaborado a partir da sistematização de avaliação sensorial proposta por Lingle (2001).

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Forma e tamanho do grão de café

De forma geral, os grãos e frutos não apresentam formato geométrico perfeitamente definido, tornando-se necessário, para solução de problemas relacionados com a sua geometria, assumir uma forma conhecida, o que resulta em aproximações e possíveis erros. Para a maioria dos produtos agrícolas, muitas dessas soluções são obtidas assumindo-se as formas geométricas de um esferoide ou elipsoide composto por três dimensões características, que são os eixos maior (comprimento), médio (largura) e menor (espessura) (AFONSO JÚNIOR; BORÉM; CORREA, 2008).

A anatomia dos frutos de café revela que o grão comercial é constituído por um pequeno embrião inserido no endosperma

da semente, envolto por tecidos remanescentes do perisperma ou envoltório seminal do fruto que forma a chamada película prateada. As demais estruturas do fruto correspondem ao pericarpo formado pelo exocarpo ou epiderme, o mesocarpo que contém açúcares, goma e mucilagem e o endocarpo representado pelo pergaminho. Em conjunto, essas estruturas constituem a palha do café, que é removida no processo de beneficiamento do fruto em coco (MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2003).

Embora normalmente os grãos de café sejam chatos, são encontrados também grãos moca, triângulo e concha. Em botânica, o fruto do café é considerado uma drupa, oriunda do crescimento de um ovário bilocular. Quando maduro, possui duas lojas que encerram normalmente duas sementes plano-convexas que, na prática, são chamadas grãos tipo chato. Por razões genéticas ou ambientais uma ou duas sementes podem não se desenvolver ou abortar, resultando, mais tarde, em frutos com uma ou duas lojas vazias. Quando isso ocorre em apenas uma loja e no início do desenvolvimento do fruto, a outra loja, que contém um embrião e

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: marcelomalta@epamig.ufra.br

endosperma normais, desenvolve e ocupa todo o volume do ovário. Consequentemente, resulta em um fruto que contém apenas um grão ovoide conhecido como grão moça (Fig. 1).

Enquanto os grãos triângulo são provenientes da presença de três cavidades no ovário, que dão origem à formação de três grãos no fruto, cada um deles com seção transversal triangular, os grãos moça são provenientes da falha de um dos embriões, quando a loja do outro embrião ocupa todo o espaço interno do fruto, dando a forma de um elipsoide de revolução com uma fenda acentuada no sentido longitudinal (TOLEDO-PIZA; PIAGENTINI; BOREM, 2008). Frutos moça ocorrem com maior frequência nos ponteiros e extremidades dos ramos. A porcentagem de moça varia também com o ano, com a produção, estado nutricional e mesmo com a variedade (MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2003).

Os grãos concha são provenientes da presença de dois óvulos numa única cavidade do ovário, quando as duas sementes nascem entrelaçadas, e dão ao grão a forma de um elipsoide de revolução “gigante” que, geralmente, se separa na forma de uma concha e um miolo durante o beneficiamento.

As porcentagens dessas formas variam de acordo com uma série de fatores como: variedade, localização geográfica, tratos culturais e clima.

Classificação por peneira

Consideram-se na classificação por peneira, o tamanho e o formato dos grãos, avaliados na passagem de uma amostra de café em um jogo de peneiras, de crivos redondos, para separação de grãos chatos (numeradas de 12 a 19), alternadas com as de crivos alongados, que separam os grãos moça (numeradas de 8 a 13). Realiza-se o cálculo da distribuição porcentual por peneira em um lote de café, com vista à necessidade de homogeneização do tamanho dos grãos durante o processo de torração, para evitar que os grãos menores, que serão torrados primeiro, alterem o sabor e o aroma da bebida.

A descrição da forma e tamanho dos grãos de café é fundamental nas etapas de beneficiamento, rebeneficiamento e na classificação comercial do café. Em geral, utilizam-se três eixos para a caracterização do tamanho dos grãos: comprimento, largura e espessura (Fig. 2). No caso do café, os grãos normais apresentam espessura menor do que a largura, sendo separados dos grãos moça por meio de peneiras alongadas, as quais retêm os grãos com espes-

sura maior. A denominação normalmente usada para especificar a classificação por tamanho do café refere-se aos grãos chatos (normais), ao diâmetro, em fração de polegada, da peneira com perfuração redonda; no caso dos grãos moça, a denominação comercial refere-se à largura da perfuração alongada da peneira, dada como fração de polegada (Fig. 3). Assim, grãos chatos de peneira 17, por exemplo, são retidos na peneira com perfuração redonda de diâmetro igual a $17/64'$; grãos moça de peneira 13 são retidos na peneira de perfuração alongada com largura igual a $13/64'$ (BORÉM, 2004; AFONSO JÚNIOR; BORÉM; CORREA, 2008).

Classificação quanto ao tipo

É a classificação do produto segundo seu aspecto e quantidade de defeitos. O aspecto é influenciado pela coloração dos grãos, que podem ser prejudicados pelo contato do café com a terra e por secagem drástica ou desuniforme, ocasionando grãos manchados (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997). A classificação por tipo refere-se à presença de grãos defeituosos e de impurezas encontrados e separados em uma amostra de 300 g de café beneficiado. Os defeitos e as impurezas possuem valores variáveis, pelos quais recebem a classificação nos tipos 2 a 8.

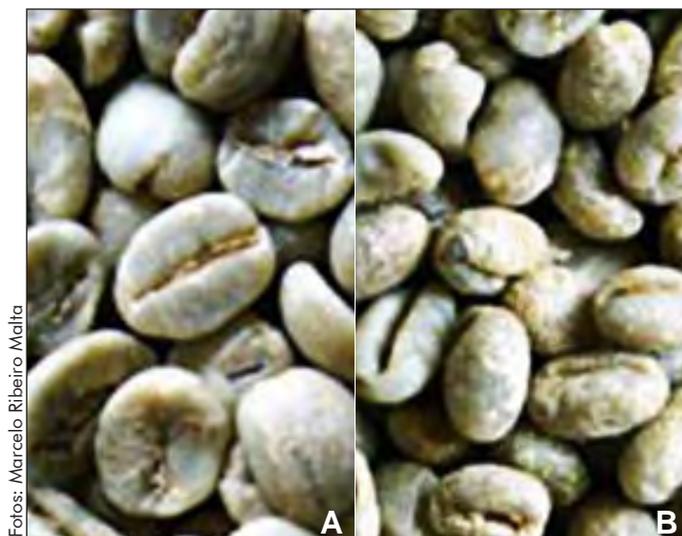


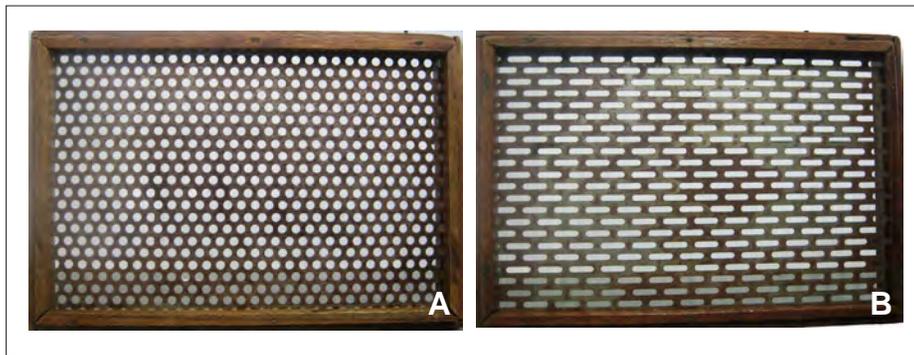
Figura 1 - Formato dos grãos de café

NOTA: A - Grãos chatos; B - Grãos moça.



Figura 2 - Dimensões do grão de café utilizadas para classificação da forma e tamanho

NOTA: C - Comprimento; L - Largura; E - Espessura.



Fotos: Marcelo Ribeiro Malta

Figura 3 - Classificação dos grãos de café de acordo com sua forma e tamanho

NOTA: A - Peneira de crivo circular (separação de grãos chatos); B - Peneira de crivo alongado (separação de grãos moca).

Mais detalhes da classificação quanto ao tipo poderão ser verificados na Instrução Normativa nº 8, de 11/6/2003 (BRASIL, 2003).

Defeitos

Os defeitos provêm de grãos imperfeitos ou impurezas. Comprometem a cor, o aspecto, a torração e a qualidade da

bebida, alterando principalmente seu sabor e aroma. Podem ser de natureza intrínseca e extrínseca (PEREIRA; MALTA, 2004). Os defeitos de natureza intrínseca aparecem por meio da condução inadequada de processos durante a condução da lavoura, na colheita e na pós-colheita. São conhecidos como grãos verdes, pretos, ardidos, preto-verdes, chochos, mal granados, conchas, quebrados, brocados. Os de natureza extrínseca correspondem aos elementos estranhos ou materiais diferentes dos grãos de café. São representados pelo café em coco, marinheiro (café com pergaminho), cascas, paus e pedras, conhecidos como impurezas. Os defeitos podem ser evitados ou até eliminados. As causas que concorrem para a presença dos defeitos são de ordem variada, conforme apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1 - Natureza, causa, modo de evitar e eliminar o defeito e sua influência na qualidade do café

Natureza	Causa	Como evitar	Como eliminar	Influência na qualidade
Preto	Colheita atrasada e contato dos frutos com o solo	Colheita racional	Catação eletrônica	Prejudica aspecto, cor, torração e bebida
Ardido	Colheita de frutos verdes, atrasada e contato dos frutos com o solo	Colheita racional	Catação eletrônica	Prejudica aspecto, cor, torração e bebida
Verde	Colheita de frutos verdes	Colheita somente de frutos maduros	Separação de verdes e catação eletrônica	Prejudica aspecto, cor, torração e bebida
Concha	Fatores genéticos e possíveis causas fisiológicas	Cultivares adaptadas e racionalização da cultura	No beneficiamento e catação	Prejudica aspecto e torração
Chucho	Fatores genéticos ou fatores fisiológicos	Cultivares adaptadas e racionalização da cultura	Ventilação adequada no beneficiamento e catação mecânica	Prejudica aspecto e torração
Mal granado	Fatores fisiológicos	Uso correto de nutrientes	Separação no beneficiamento e catação	Prejudica aspecto e torração
Brocado	Ataque da broca-do-café	Repasse nas lavouras e controle da praga	Catação mecânica	Prejudica aspecto
Quebrado	Seca inadequada e má regulação do descascador	Secagem adequada e regulação do descascador	Regulagem dos ventiladores e catação mecânica	Prejudica aspecto e torração
Coco	Má regulação do descascador	Regular o descascador	Separação no beneficiamento e catação mecânica	Prejudica aspecto e torração
Marinheiro	Má regulação do descascador	Regular o descascador	Separação na surruca e catação manual	Prejudica aspecto e torração
Pau, pedra, torrão, casca	Colheita por derriça no chão e abanação mal-feita	Colheita por derriça no pano	Emprego de lavadores e seletores; Regulagem do catador e do ventilador no beneficiamento; Catação mecânica	Prejudica aspecto e torração

FONTE: Teixeira (1992).

Aspecto dos grãos

O aspecto do café é fundamental, pois pode mostrar os cuidados dispensados na sua produção. Por simples inspeção, pode-se classificá-lo, quanto ao aspecto, em bom, regular ou mau. O café é considerado de bom aspecto quando a maioria dos grãos é perfeita, uniforme no tamanho e na cor, o que indica que o processamento e, principalmente, a secagem foram conduzidos corretamente. O aspecto é considerado mau, quando algumas ou todas as características mencionadas antes não são uniformes e o lote classificado apresenta, ainda, muitos grãos defeituosos. O aspecto regular é aquele que reúne condições intermediárias.

Cor

A coloração dos grãos crus é bastante variável, dependendo do local de produção, sistema de processamento (natural, descascado, despulpado ou desmucilado), secagem, tempo e condições de armazenamento, presença de defeitos, entre outros. Os cafés são classificados quanto à cor em diversas tonalidades de verde, denominadas verde-cana, esverdeados, entre outros. Quando alterações ocorrem na lavoura ou na pós-colheita, a cor natural pode ser modificada originando grãos conhecidos como

chumbados, amarelados, amarelos, pampas e marrons. As cores verde e esverdeada são consideradas melhores, pois indicam que, possivelmente, os grãos não sofreram injúrias ou processos de deterioração intensos.

A cor verde apresentada pelos grãos de café é indicativa de que os processos oxidativos endógenos estão ocorrendo a taxas reduzidas ou mesmo não ocorrendo. A perda da cor verde dos grãos seria então função do armazenamento inadequado ou das injúrias mecânicas e fisiológicas (MAZZAFERA; GUERREIRO; CARVALHO, 1984). Durante o armazenamento do café, é comum haver uma mudança na coloração do grão, passando o endosperma da cor esverdeada para esbranquiçada, fenômeno conhecido como branqueamento. Esta descoloração dos grãos tem sido um problema sério pela depreciação qualitativa do café, com consequentes prejuízos aos produtores e exportadores (MELO et al., 1980). Este fenômeno assume importância, se for considerado que o complexo sistema de comercialização do café faz com que o produto que está sendo negociado e consumido, de forma geral, tenha sido estocado durante algum tempo. A descoloração dos grãos de café, além da depreciação pelo aspecto visual, pode levar à perda da qualidade da bebida (WOOTTON, 1970; CARVALHO et al., 1994; LEITE et al.,

1998; MAZZAFERA; GUERREIRO; CARVALHO, 1984).

Na Figura 4, são apresentados grãos de coloração esverdeada (normal) e grãos com coloração alterada (branqueamento).

Umidade

A umidade do café após a secagem, para o armazenamento seguro, deve estar entre 11% e 12% base úmida (bu) para que não ocorra o desenvolvimento de microrganismos, fermentações e descoloração dos grãos durante o processo de armazenamento.

Classificação quanto à bebida ou prova de xícara

A avaliação sensorial dos alimentos é uma função primária do homem, já que este rejeita ou aceita alimentos de acordo com a sensação que experimenta ao observá-los. A qualidade dos alimentos é o fator que influencia diretamente a reação do consumidor.

Os métodos sensoriais baseiam-se em respostas aos estímulos que são levados por impulsos nervosos ao cérebro, onde são interpretados em sensações. Um estímulo produz sensações cujas dimensões são intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto (PEREIRA; MALTA; FREITAS, 2004).



Figura 4 - Coloração do grão de café

NOTA: A - Café de coloração normal; B - Café de coloração alterada.

A determinação da qualidade da bebida do café é realizada por meio do teste sensorial conhecido como prova de xícara, em que provadores treinados distinguem diferentes padrões de bebida. Esta prova foi adotada oficialmente em 1917 e é um trabalho complexo que exige bastante treino e conhecimento para saber diferenciar sabores.

Tradicionalmente, a descrição das bebidas avaliadas pela prova de xícara é classificada conforme o Quadro 2.

Para a classificação dos cafés especiais são levados em consideração atributos de aroma como floral, cítrico, entre outros, e características especiais de sabor como achocolatados, amendoim torrado, caramelo, entre outros. Nestes cafés considerados como especiais não são aceitos defeitos como verdes, ardidos, pretos, preto-verdes, fermentados, etc.

Mais detalhes sobre a avaliação sensorial dos cafés especiais serão abordados no tópico sobre a avaliação sensorial de cafés especiais.

QUADRO 2 - Classificação oficial do café pela bebida

Classificação	Característica
Estritamente mole	Bebida de sabor suavíssimo e adocicado
Mole	Bebida de sabor suave, acentuado e adocicado
Apenas mole	Bebida de sabor suave, porém com leve adstringência
Dura	Bebida com sabor adstringente e áspero
Riada	Bebida com leve sabor de iodofórmio ou ácido fênico
Rio	Bebida com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio ou ácido fênico
Rio Zona	Bebida de sabor e odor intoleráveis ao paladar e ao olfato

FONTE: Brasil (2003).

REGULAMENTAÇÃO ATUAL

Será apresentada uma síntese do regulamento para classificação do café beneficiado grão cru e café torrado em grão e café torrado e moído. Mais detalhes desses regulamentos poderão ser obtidos em Anvisa (1999) e Brasil (2003, 2010).

Classificação do grão beneficiado cru

Atualmente, a classificação dos cafés commodities, comercializados nas bolsas de mercadorias, é regida pela Instrução Normativa nº 8, de 11/6/2003 (BRASIL, 2003). Essa Instrução Normativa, denominada “Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru” é apresentada em partes, a seguir:

O Regulamento tem por objetivo definir as características de identidade e de qualidade para a classificação do Café Beneficiado Grão Cru. O Café Beneficiado Grão Cru é classificado em CATEGORIA, SUBCATEGORIA, GRUPO, SUBGRUPO, CLASSE e TIPO, segundo a espécie, formato do grão e a granulometria, o aroma e o sabor, a bebida, a cor e a qualidade, respectivamente.

CATEGORIA: de acordo com a espécie a que pertença, o Café Beneficiado Grão Cru será classificado em 2 (duas) categorias:

Categoria I: café proveniente da espécie *Coffea arabica*;

Categoria II: café proveniente da espécie *Coffea canephora*.

SUBCATEGORIA: o Café Beneficiado Grão Cru, segundo o formato do grão e a sua granulometria, será enquadrado em 2 (duas) subcategorias:

Chato: constituída de grãos com superfície dorsal convexa e a ventral plana ou ligeiramente côncava, com a ranhura central no sentido longitudinal.

O café beneficiado Grão Cru da Subcategoria Chato, de acordo com o tamanho dos grãos e a dimensão dos crivos circulares das peneiras que os retêm, será classificado em:

Chato graúdo: peneiras 19/18 e 17;

Chato médio: peneiras 16 e 15;

Chato miúdo: peneira 14 e menores.

Moca: constituída de grãos com formato ovóide, também com ranhura central no sentido longitudinal.

O Café Beneficiado Grão Cru da Subcategoria Moca, de acordo com o tamanho dos grãos e a dimensão dos crivos oblongos das peneiras que os retêm, será classificado em:

Moca graúdo: peneiras 13/12 e 11;

Moca médio: peneira 10;

Moca miúdo (moquinha): peneira 9 e menores.

Quando o Café Beneficiado Grão Cru não for submetido, à separação em peneiras ou, quando submetido se enquadre em quatro ou mais peneiras, será considerado BICA CORRIDA (B/C).

Na classificação por peneiras, o vazamento máximo admissível para cada peneira será de 10%, sendo que vazamento superior a esse valor caracterizará a ocorrência de outra peneira, abaixo da que o originou, no lote em análise.

GRUPO: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com o aroma e o sabor, será classificado em 2 (dois) grupos. O sabor e o aroma serão definidos por meio da prova de xícara.

GRUPO I - Arábica.

GRUPO II - Robusta.

SUBGRUPO: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com a bebida e com o grupo a que pertença, será classificado em 07 (sete) Subgrupos do Grupo I e 4 (quatro) Subgrupos do

Grupo II, assim discriminados:

Bebidas Finas do Grupo I - Arábica.

Estritamente mole: café que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado;

Mole: café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado;

Apenas mole: café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar;

Duro: café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos.

Bebidas Fenicadas do Grupo I - Arábica.

Riado: café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio;

Rio: café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio;

Rio Zona: café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar.

Bebidas do Grupo II - Robusta.

Excelente: café que apresenta sabor neutro e acidez mediana;

Boa: café que apresenta sabor neutro e ligeira acidez;

Regular: café que apresenta sabor típico de robusta sem acidez;

Anormal: café que apresenta sabor não característico ao produto.

CLASSE: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com a coloração do grão, será classificado em 8 (oito) classes:

Verde Azulado e Verde Cana: cores características do café despolpado ou degomado;

Verde: café que apresenta grão de coloração verde e suas nuances;

Amarelada: café que apresenta grão de coloração amarelada, indicando sinais de envelhecimento do produto;

Amarela;

Marrom;

Chumbado;

Esbranquiçada;

Discrepante: mistura de cores oriundas de ligas de safras ou cores diferentes.

TIPO: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com o percentual de defeitos e matérias estranhas e impurezas presentes na amostra será classificado conforme estabelecido nas Tabelas 1, 2 e 3.

As Tabelas 1 e 2 apresentam a classificação do café beneficiado grão cru quanto a equivalência de defeitos intrínsecos e extrínsecos, respectivamente. A Tabela 3 mostra a Classificação de café beneficiado grão cru em função do número de defeitos/tipo.

Tabela 1 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos).

Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão Preto	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Conchas	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos Mal Granados ou Chochos	5	1

Observações:

- 1 - O Grão Preto será considerado o principal defeito ou capital;
- 2 - Os Grãos Ardidos e Brocados serão considerados defeitos secundários;
- 3 - O defeito Verde Preto “STINKER” será considerado como defeito ardido.

Tabela 2 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de impurezas (extrínsecos).

Impurezas	Quantidade	Equivalência
Coco	1	1
Marinheiros	2	1
Pau, Pedra, Torrão grande	1	5
Pau, Pedra, Torrão regular	1	2
Pau, Pedra, Torrão pequeno	1	1
Casca grande	1	1
Casca pequena	2 a 3	1

Observações:

- 1 - As Pedras, os Torrões e os Paus Grandes correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira Grão Chato de 18/19/20;
- 2 - As Pedras, os Torrões e os Paus Regulares correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira Grão Chato de 15/16/17;
- 3 - As Pedras, os Torrões e os Paus Pequenos correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira Grão Chato de 14 abaixo;
- 4 - As Cascas serão relacionadas a mais ou menos com o tamanho do Café em Coco.

Tabela 3 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru, em função do defeito/tipo

Defeitos	Tipos	Pontos	Defeitos	Tipos	Pontos
4	2	+100	46	5	50
4	2 - 05	+ 95	49	5 - 05	55
5	2 - 10	+ 90	53	5 - 10	60
6	2 - 15	+ 85	57	5 - 15	65
7	2 - 20	+ 80	61	5 - 20	70
8	2 - 25	+ 75	64	5 - 25	75
9	2 - 30	+ 70	68	5 - 30	80
10	2 - 35	+ 65	71	5 - 35	85
11	2 - 40	+ 60	75	5 - 40	90
11	2 - 45	+ 55	79	5 - 45	95
12	3	+ 50	86	6	100
13	3 - 05	+ 45	93	6 - 05	105
15	3 - 10	+ 40	100	6 - 10	110
17	3 - 15	+ 35	108	6 - 15	115
18	3 - 20	+ 30	115	6 - 20	120
19	3 -25	+ 25	123	6 - 25	125
20	3 - 30	+ 20	130	6 - 30	130
22	3 - 35	+ 15	138	6 - 35	135
23	3 - 40	+ 10	145	6 - 40	140
25	3 - 45	+ 05	153	6 - 45	145
26	4	Base	160	7	150
28	4 - 05	05	180	7 - 05	155
30	4 - 10	10	200	7 - 10	160
32	4 - 15	15	220	7 - 15	165
34	4 - 20	20	240	7 - 20	170
36	4 - 25	25	260	7 - 25	175
38	4 - 30	30	280	7 - 30	180
40	4 - 35	35	300	7 - 35	185
42	4 - 40	40	320	7 - 40	190
44	4 - 45	45	340	7 - 45	195
			360	8	200
			> 360	Fora de Tipo	

Classificação do café torrado em grão e café torrado e moído

Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999.

Aprova o Regulamento Técnico para fixação de identificação e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído (ANVISA, 1999).

Este regulamento tem como objetivo fixar a identidade e as características mí-

nimas de qualidade a que deve obedecer o café torrado em grão e o café torrado e moído.

Quanto à composição e requisitos, o café torrado em grão e o café torrado moído devem apresentar:

- a) composição - ingrediente obrigatório: café cru em grãos;
- b) requisitos - referentes às características sensoriais:
 - aspecto: pó homogêneo, fino ou

grosso, ou grãos inteiros torrados. O produto pode apresentar resquíscios do espermoderma (película invaginada intrínseca),

- cor: castanho-claro ao castanho-escuro,
- odor: característico,
- sabor: característico,
- características físicas e químicas (Quadro 3).

QUADRO 3 - Características físicas e químicas a serem atendidas, segundo Regulamento técnico para fixação de identificação e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído

Características física e química	Teor (%)
Impurezas (g/100g)	1,0 (máximo)
Umidade (g/100g)	5,0 (máximo)
Resíduo mineral fixo (g/100g)	5,0 (máximo)
Resíduo mineral fixo, insolúvel em ácido clorídrico a 10% v/v (g/100g)	1,0 (máximo)
Cafeína (g/100g)	0,7 (máximo)
Cafeína para o produto descafeinado (g/100g)	0,1 (máximo)
Extrato aquoso (g/100g)	25,0 (máximo)
Extrato aquoso para o produto descafeinado (g/100g)	20,0 (máximo)
Extrato etéreo (g/100g)	8,0 (máximo)

FONTE: Anvisa (1999).

Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010

Estabelece o Regulamento Técnico para o café torrado em grão e para o café torrado e moído (BRASIL, 2010).

A seguir, apresenta-se parte literal dessa Instrução Normativa:

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º O presente Regulamento Técnico tem por objetivo definir o padrão oficial de classificação do Café Torrado em Grão e do Café Torrado e Moído, considerando os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto.

Art. 2º Para efeito deste Regulamento Técnico considera-se:

I - bebida: o líquido obtido por infusão, percolação, decantação ou outro processo de preparo a partir do café torrado e moído, assim discriminado:

a) bebida Estritamente Mole: aquela que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole” mais acentuado;

b) bebida Mole: aquela que apresenta aroma e sabor, agradável, brando e adocicado;

c) bebida Apenas Mole: aquela que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar;

d) bebida Duro: aquela que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos;

e) bebida Riado: aquela que apresenta leve sabor típico de iodofórmio;

f) bebida Rio: aquela que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio; e

g) bebida Rio Zona: aquela que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico;

II - blend: expressão que identifica um produto resultante da composição de grãos de diferentes espécies do gênero *Coffea*;

III - café: o grão e a cereja do cafeeiro seja em pergaminho, grão cru ou torrado, das espécies do gênero *Coffea*;

IV - café em grão cru: o café que foi submetido ao processo de descasamento antes de ser torrado;

V - café torrado em grão: o café em grão cru beneficiado que foi submetido a

tratamento térmico adequado até atingir o ponto de torra desejado;

VI - café torrado e moído: o café torrado em grão que foi submetido a processo de moagem;

VII - características sensoriais: as características do produto e da bebida conforme avaliadas pelos sentidos do olfato e paladar, sendo elas acidez, adstringência, amargor, aroma da bebida, corpo, fragrância do pó, influência dos grãos defeituosos, sabor e sabor residual, conforme a seguir:

a) acidez: a percepção causada por substâncias como ácido clorogênico, cítrico, málico e tartárico que produzem gosto ácido;

b) adstringência: a sensação de secura na boca deixada após a ingestão da bebida;

c) amargor: a percepção de gosto causada por substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos cafêico e quínico e outros compostos fenólicos que produzem o gosto amargo;

d) aroma da bebida: a percepção olfativa causada pelos gases liberados do café torrado e moído, após preparação da bebida, conforme os compostos aromáticos que são inalados pelo nariz;

e) corpo: a percepção tátil de oleosidade e viscosidade na boca;

f) fragrância do pó: a percepção olfativa causada pelos gases liberados do café torrado e moído, conforme os compostos aromáticos são inalados pelo nariz;

g) influência dos grãos defeituosos: as sensações percebidas na degustação da bebida produzidas pela presença de impurezas e grãos defeituosos do café;

h) sabor: a sensação causada pelos compostos químicos da bebida quando introduzida na boca; e

i) sabor residual: a persistência da sensação de sabor após a ingestão da bebida de café;

VIII - impurezas: casca, pau e outros

detrítos provenientes do próprio cafeeiro;

IX - liga: a expressão que identifica um produto resultante da composição de grãos de uma mesma espécie do gênero *Coffea*;

X - lote: a quantidade de produto com especificações de identidade, qualidade e apresentação devidamente definidas, homogêneo, segundo os critérios do fabricante;

XI - matérias estranhas: detritos vegetais não oriundos do cafeeiro, grãos ou sementes de outras espécies, corantes, açúcar e borra de café solúvel ou de infusão;

XII - película prateada: a porção externa da semente também chamada espermoderma, ou seja, a película que reveste o grão de café;

XIII - qualidade global da bebida: a percepção conjunta de todas características sensoriais do café percebida durante a avaliação do produto permitindo a sua classificação;

XIV - sedimentos: as partículas metálicas decorrentes do processamento, pedras, torrões e areia;

XV - substâncias nocivas à saúde: as substâncias ou agentes estranhos de origem biológica, química ou física que sejam nocivos à saúde, previstos em legislação específica, não sendo assim consideradas aquelas cujo valor se verifica dentro dos limites máximos previstos; e

XVI - umidade: o percentual de água encontrado na amostra do produto, determinado por um método oficialmente reconhecido ou por aparelho que dê resultado equivalente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO E TOLERÂNCIAS

Art. 3º A classificação do Café Torrado em Grão e do Café Torrado e Moído é estabelecida em função dos seus requisitos de identidade e qualidade.

§ 1º Os requisitos de identidade do Café Torrado em Grão e do Café Torrado e Moído são definidos pelo gênero *Coffea* e pela forma de apresentação.

§ 2º Os requisitos de qualidade do Café Torrado em Grão e do Café Torrado e Moído são definidos em função das características sensoriais e pela Qualidade Global da Bebida, conforme estabelecido no ANEXO II desta Instrução Normativa.

Art. 4º O Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído será classificado em GRUPO e TIPO, podendo ainda ser enquadrados como Fora de Tipo.

§ 1º De acordo com a forma de apresentação o Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído serão classificados em dois grupos, conforme disposto a seguir:

I - grupo I: Café Torrado em Grão; e

II - grupo II: Café Torrado e Moído.

§ 2º De acordo com a Qualidade Global da Bebida prevista no ANEXO II, desta Instrução Normativa, o Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído serão classificados em PADRÃO ÚNICO.

§ 3º O Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído serão enquadrados como FORA DE TIPO e proibida a sua comercialização e entrada no país até que seja reprocessado para enquadramento em tipo, quando apresentar uma ou ambas das situações a seguir:

I - Qualidade Global da Bebida menor que 4,0 (quatro) pontos conforme previsto no ANEXO II desta Instrução Normativa;

II - umidade superior ao limite estabelecido no art. 8º deste Anexo;

III - percentual de impurezas, sedimentos e matérias estranhas superior ao limite estabelecido no art. 9º deste Anexo.

Art. 5º Será desclassificado, e proibida a sua comercialização, o Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído que apresentar uma ou mais das situações indicadas a seguir:

I - mau estado de conservação;

II - percentual de impurezas, sedimentos e matérias estranhas igual ou superior a 1,3% (um vírgula três por cento); e

III - odor e aparência estranhos de qualquer natureza, impróprio ao produto que inviabilize a sua utilização para o uso proposto.

Parágrafo único. Fica igualmente vedada a importação de Café Torrado em Grão e Café Torrado e Moído desclassificados.

Art. 6º O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) poderá efetuar análise de micotoxinas e outras substâncias nocivas à saúde, matérias macroscópicas, microscópicas e microbiológicas relacionadas ao risco à saúde humana, de acordo com legislação específica, independentemente do resultado da classificação do produto.

Parágrafo único. O produto será desclassificado quando se constatar a presença das substâncias de que trata o **caput** deste artigo em limites superiores ao máximo estabelecido na legislação específica, ou, ainda, quando se constatar a presença de substâncias não autorizadas para o produto.

Art. 7º No caso de desclassificação do produto por entidade credenciada para execução da classificação, a mesma deverá emitir o correspondente Documento de Classificação, bem como comunicar essa constatação à Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SFA) da Unidade da Federação onde o produto se encontra estocado.
§ 1º Caberá à SFA da Unidade da Federação adotar as providências pertinentes quanto à destinação do produto desclassificado, podendo para isso articular-se, no que couber, com outros órgãos públicos.

§ 2º No caso específico da utilização do produto desclassificado para outros fins que não seja o uso proposto, a SFA da Unidade da Federação deverá estabelecer todos os procedimentos necessários ao acompanhamento do produto até

a sua completa descaracterização ou destruição, cabendo ao proprietário do produto ou ao seu preposto, além de arcar com os custos pertinentes à operação, ser o seu depositário.

CAPÍTULO III

DOS REQUISITOS E PROCEDIMENTOS GERAIS

Art. 8º O percentual máximo de umidade permitido no Café Torrado em Grão e no Café Torrado e Moído será de 5,0% (cinco por cento).

Art. 9º O percentual máximo em conjunto de impurezas, sedimentos e matérias estranhas permitido no Café Torrado em Grão e no Café Torrado e Moído será de 1,0% (um por cento).

§ 1º Isoladamente, o percentual máximo de matérias estranhas permitido no Café Torrado em Grão e no Café Torrado e Moído será de 0,1% (zero vírgula um por cento).

§ 2º A película prateada desprendida durante a torra do café em grão não é considerada impureza.

ANEXO II

Qualidade Global da bebida em função das características sensoriais.

Características sensoriais	Nível de qualidade sensorial	
	Fraco a Excelente	Indesejada
Fragrância do pó	Fraco a excelente	Indesejado
Acidez	Baixa à alta	Excessiva
Amargor	Fraco a intenso	Excessivo e desagradável
Adstringência	Nenhuma a forte	Excessiva
Sabor	Regular a excelente	Indesejado
Sabor residual	Regular a excelente	Indesejado
Influência dos grãos defeituosos	Nenhuma à média interferência	Forte interferência
Corpo	Pouco encorpado a encorpado	Muito fraco
Qualidade da bebida	Rio zona a estritamente mole	Não aplicável
Qualidade Global da Bebida Nota da Qualidade Global da Bebida	Regular a excelente Igual ou superior a 4,0 pontos	Péssimo a ruim Menor de 4,0 pontos
Tipo	PADRÃO ÚNICO	FORA DO TIPO

*Observação: A Qualidade Global da Bebida deverá ser a qualidade resultante da percepção conjunta das características sensoriais do produto, podendo haver desvio em características individuais, porém sem obrigatoriamente comprometer a Qualidade Global da Bebida.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CAFÉS ESPECIAIS

Segundo Toledo-Piza, Piagentini e Borém (2008) a classificação do café, realizada segundo a Instrução Normativa nº 8 de 11/06/2003 (BRASIL, 2003), é validada para os cafés ofertados nas bolsas de mercadorias, como commodities. Atualmente, no entanto, já existe uma significativa parcela do mercado para cafés especiais, onde são exigidos padrões absolutos de tipo e características sensoriais. A avaliação dos cafés especiais, de acordo com o protocolo de degustação de café da Specialty Coffee Association of America (2008), determina as diferenças sensoriais entre amostras, descreve os sabores e aromas encontrados e determina a preferência dos produtos. São pontuados objetivamente 11 importantes atributos do café: fragrância/aroma, acidez, sabor, corpo, doçura, xícara limpa, balanço, finalização, uniformidade, defeitos e balanço geral. A pontuação final é calculada pela soma da pontuação dada a cada atributo. Somente cafés com pontuação acima de

80 pontos são considerados especiais.

Os cafés especiais vêm conquistando nichos próprios de mercado e são caracterizados pela marca, local de origem e conteúdo qualitativo permanente e de alto padrão, semelhante ao refinamento exigido pelos gourmets para queijos e vinhos. As principais empresas e associações de comercialização de cafés especiais têm estabelecido prêmios como forma de incentivar a produção desses cafés.

A análise sensorial para cafés especiais é realizada por provadores treinados, segundo protocolo da Specialty Coffee Association of America (2008), utilizando-se a metodologia proposta por Lingle (2001), para avaliação sensorial de cafés especiais. Nessa avaliação são atribuídas notas, no intervalo de 0 a 10 pontos, para cada um dos atributos citados anteriormente.

De acordo com esse protocolo, o café deve ser submetido a um processo de torração de leve a moderadamente leve intensidade, cuja coloração deverá corresponder a 58 pontos da escala Agtron (#58), para o grão inteiro, e 63 pontos (#63), para o grão moído, com tolerância de ± 1 ponto. A torração deverá ser realizada preferencialmente dentro do prazo máximo de 24 horas antes da degustação e o ponto de torra deverá ser verificado por equipamento M Basic Agtron. Esse equipamento permite a obtenção de pontos de torra uniformes e padronizados por meio de leitura objetiva da cor. No caso de utilizar o conjunto de discos Agtron-SCAA, o ponto de torra deve situar-se entre as cores determinadas pelos discos # 65 e # 55.

Para obtenção do ponto de torra ideal é fundamental a padronização das amostras quanto ao peso (70 a 100 g) e quanto ao tamanho dos grãos (peneira 16 e acima). É imprescindível realizar o monitoramento dos fatores que afetam o ponto de torra, como temperatura e tempo de torra. Recomenda-se que a torra do café seja

realizada entre 8 e 12 min, sendo devidamente monitorada com cronômetros, uma vez que são torradas várias amostras ao mesmo tempo.

Preferencialmente, as amostras devem ser moídas imediatamente antes da degustação, não mais do que 15 min antes da infusão com água. Se este procedimento não for possível, as amostras devem permanecer cobertas hermeticamente até a adição da água. O tamanho da partícula moída deve ser semelhante à usada na extração por coador (*brewed coffee*), com 70% das partículas, passando em peneiras de furos de 20 mesh, Padrão US Standards. Cada uma das cinco parcelas da amostra deve ser moída individualmente e posta diretamente em sua respectiva xícara.

Existe uma proporção de café moído/volume de água que deve ser seguido. A concentração ótima é de 5,5% m/v, correspondendo, por exemplo, a 8,25 g de café moído em 150 mL de água. Determina-se então o volume de água em uma xícara de degustação selecionado o ajuste à quantidade de café moído atendendo à proporção indicada, admitindo-se tolerância de $\pm 0,25$ g. A água, usada para degustação, deve ser limpa e sem odor, devendo estar aquecida a, aproximadamente, 93 °C no momento em que ela é despejada sobre o café moído. As amostras, após hidratação, devem permanecer sem perturbação por 3 a 5 min para, então, proceder à sua avaliação.

Em cada avaliação são degustadas cinco xícaras representativas de cada café. Os resultados da avaliação sensorial são estabelecidos a partir de uma escala que representa os níveis de qualidade com intervalos de 0,25 pontos, conforme a escala de pontuação (qualidade) apresentada no Quadro 4.

A faixa inferior da escala, que se situa entre 2 e 6, é aplicável aos cafés comerciais, cujo foco de avaliação são os defeitos da bebida e suas intensidades.

Para a obtenção do resultado final da avaliação sensorial, calcula-se, inicial-

mente, o resultado total, que é a soma das avaliações de cada atributo e que deve ser marcado no campo Resultado Total. O valor correspondente aos defeitos é, depois, subtraído do Resultado Total, obtendo-se, assim, o Resultado

Final. Os resultados finais da avaliação sensorial serão expressos de acordo com a escala de classificação apresentada nos Quadros 5 e 6.

No Quadro 7, é apresentado vocabulário para caracterizar os cafés especiais.

QUADRO 4 - Escala de pontuação para análise sensorial de cafés especiais

Bom (6,00)	Muito Bom (7,00)	Excelente (8,00)	Excepcional (9,00)
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

FONTE: Specialty Coffee Association of America (2008).

QUADRO 5 - Escala de classificação para análise sensorial de cafés especiais

Pontuação total	Descrição especial	Classificação
95-100	Exemplar	Especialidade Super Premium
90-94	Excepcional	Especialidade Premium
85-89	Excelente	Especialidade
80-84	Muito bom	Especial
75-79	Bom	Qualidade boa normal
70-74	Fraco	Qualidade média
60-70		Nota Exchange
50-60		Comercial
40-50		Nota baixa
<40		Sem Nota

FONTE: Specialty Coffee Association of America (2008).

QUADRO 6 - Resultado final da avaliação sensorial – metodologia SCAA

Pontuação total	Descrição especial	Classificação
90-100	Exemplar	Specialty Rare (Especial Raro)
85 – 89,99 (abaixo de 90)	Excelente	Specialty Origin (Especial Origin)
80 – 84,99 (abaixo de 85)	Muito bom	Premium
< 80 (abaixo de 80)	Abaixo da qualidade Specialty	Abaixo de Premium

FONTE: Specialty Coffee Association of America (2008).

QUADRO 7 - Vocabulário do café utilizado para caracterizar os cafés especiais

Característica	Descrição
Fragrância	É a percepção olfativa do pó de café torrado e moído. A intensidade da fragrância revela o frescor da amostra
Aroma	É a percepção olfativa da bebida do café. Inalando os vapores que exalam da bebida ainda quente, e, por via retronasal durante sua degustação. Para o café de torração clara, o aroma pode lembrar o odor de nozes, amêndoas, castanhas frescas e cereal, malte, pão torrado. Para o café de torração média clara pode lembrar o odor de caramelo, para o café de torração média pode lembrar o odor de chocolate. Para o café de torração escura pode lembrar o odor de resina, remédio, especiarias, queimado e cinzas.
Defeitos	Odor e sabor de terra, mofo, batata crua, rançoso, borracha, tabaco queimado, madeira, azedo (vinagre), fermentado, conferidos pelos grãos defeituosos como ardido, preto, verde e impurezas como terra, areia, paus e cascas. Café de excelente qualidade é aquele isento de defeitos.
Acidez	Propriedade sensorial de substâncias como ácidos clorogênico, cítrico, málico e tartárico que produzem gosto ácido. Percebido nos lados posteriores da língua. É característico de café Arábica, particularmente de variedades cultivadas em altitude alta. Quando é natural e desejável é chamado de ácido e, quando natural e indesejável, é chamado de azedo.
Amargor	Propriedade sensorial de substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos cafeico e quínico e outros compostos fenólicos que produzem o gosto amargo. É percebido no fundo da língua. Este gosto no café é considerado desejável até certo ponto. É afetado pelo grau de torração e pelo método de preparo da bebida. Quanto mais escuro, mais amargo é o café. Quanto mais fino e, portanto, demorado o processo de extração, mais acentuado o amargor.
Sabor	É a combinação das sensações de gosto doce, salgado, amargo e ácido com os aromas de chocolate ou caramelo ou cereal torrado formando o sabor característico desejável. Quando apresenta sabores estranhos (sabor de terra, herbáceo, especiaria, queimado), é considerado indesejável.
Corpo	É a sensação tátil de oleosidade e de viscosidade na boca. Encorpado significa que a bebida é forte e concentrada e não rala, produzindo uma sensação agradável na boca.
Sabor residual	É a sensação percebida após a ingestão da bebida. O sabor residual é desejável, quando deixa um sabor que lembra o chocolate, e indesejável, quando lembra ao cigarro queimado, resina, químico, madeira ou outro sabor estranho.
Adstringência	É a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.
Qualidade global	É a percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café; dos sabores característicos do café; de um amargor típico, mas não o resultante da excessiva torra do grão (ou carbonização); da presença não preponderante do gosto dos grãos defeituosos (verde-escuros, pretos, ardidados) ou de sua inexistência, para o caso dos cafés gourmet; da inexistência do gosto característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes; do equilíbrio e da harmonia da bebida, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação.

FONTE: Alta Mogiana Specialty Coffees (2010?).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca pela qualidade na indústria de alimentos vem apresentando um crescimento constante nas últimas décadas, o que é fruto principalmente das mudanças nas preferências dos consumidores. Muitos destes estão dispostos a pagar por produtos que possuam alguns atributos desejáveis, principalmente quanto à qualidade apresentada.

Em relação ao café, este comportamento não é diferente. O constante crescimento no segmento de cafés de melhor qualidade demonstra que os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade do café consumido.

Entretanto, para que o mercado produtor de café possa acompanhar as exigências do mercado consumidor, há a necessidade que sejam conhecidas as normas e padrões que classificam o café quanto à qualidade.

REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; BORÉM, F.M.; CORRÊA, P.C. Propriedades físicas e térmicas dos frutos e dos grãos do café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 89-126.

ALTA MOGIANA SPECIALTY COFFEES. **Vocabulário do café**. São Paulo [2010?]. Disponível em: <http://www.amsc.com.br/voc_cafe.htm>. Acesso em: 8 abr. 2010.

ANVISA. Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999. [Aprova o Regulamento Técnico referente a Café Torrado em Grão e Café Torrado Moído]. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29. abr. 1999. Seção 1, p.22-29.

BARTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**. Qualidade do Café, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.33-42, 1997.

BORÉM, F.M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2004. 630p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. [Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e

de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 jun. 2003. Seção 1, p.22-29.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010. [Estabelece o Regulamento Técnico para o Café Torrado em Grão e Café Torrado e Moído]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 maio 2010. Seção 1, p.11.

CARVALHO, V.D. de et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.

LEITE, R. A. et al. Qualidade tecnológica do café (*Coffea arabica* L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida” avaliada por método químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.308-311, set./dez. 1998.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: a systematic guide to the sensory**

evaluation of coffee's flavor. Washington: Coffee Development Group, 2001. 71 p.

MAZZAFERA, P.; GUERREIRO, F. O.; CARVALHO, A. Estudo de coloração verde de grãos de café: determinação de flavonóides e clorofilas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBGCERCA, 1984. p.178-181.

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R. Rendimento intrínseco: critério adicional para selecionar cafeeiros mais rentáveis. **O Agrônomo**, Campinas, v.55, n.2, 2003. p.24-27.

MELO, M. et al. Alterações físicas, químicas e organolépticas em grãos de café armazenados. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.32, n.4, p.468-471, 1980.

PEREIRA, R.G.F.A.; MALTA, M.R. Influência dos grãos defeituosos na qualidade do café. In: PEREIRA, R.G.F.A. (Ed.). **Qualidade do café/Cafés especiais**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2004. p.40-46.

_____; _____. FREITAS, M.L.G. Qualidade: conceitos, atributos, classificação oficial brasileira, métodos químicos e métodos instrumentais. In: PEREIRA, R.G.F.A. (Ed.). **Qualidade do café/Cafés especiais**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2004. p.5-18.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **Protocolo para análise sensorial de café: metodologia SCAA**. [S.l.], 2008. Disponível em: <http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2010.

TEIXEIRA, A.A. Defeitos são eliminados com ciência. **Cooperação Informativo**, São Sebastião do Paraíso, p. 9, 1992.

TOLEDO-PIZA, A.N.J.; PIAGENTINI, A.; BORÉM, F.M. Beneficiamento e rebeneficiamento do café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p.545-595.

WOOTTON, A. E. The storage of parchment coffee. **Kenya Coffee**, v.35, n.4/2, p.144-147, May 1970.

Para conhecer um bom vinho,



é preciso mais do que saber abri-lo.

CURSOS REGULARES DO NÚCLEO TECNOLÓGICO EPAMIG UVA E VINHO

- Iniciação ao vinho e à degustação
- Elaboração de vinhos
- Plantio e tratos culturais em videiras

Inscrições e informações
Fone: (35) 3735 1101
fecd@epamig.br ou
epamig@epamigcaldas.gov.br

Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho | Fazenda Experimental de Caldas
Av. Santa Cruz, 500 • Caldas • MG • CEP 37780-000

Realização

Apoio



INFORME AGROPECUARIO

Tecnologias para o Agronegócio



Assinatura e vendas avulsas

publicacao@epamig.br

(31) 3489-5002



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

INTRODUÇÃO

O Informe Agropecuário é uma publicação seriada, periódica, bimestral, de caráter técnico-científico e tem como objetivo principal difundir tecnologias geradas ou adaptadas pela EPAMIG, seus parceiros e outras instituições para o desenvolvimento do agronegócio de Minas Gerais. Trata-se de um importante veículo de orientação e informação para todos os segmentos do agronegócio, bem como de todas as instituições de pesquisa agropecuária, universidades, escolas federais e/ou estaduais de ensino agropecuário, produtores rurais, empresários e demais interessados. É peça importante para difusão de tecnologia, devendo, portanto, ser organizada para atender às necessidades de informação de seu público, respeitando sua linha editorial e a prioridade de divulgação de temas resultantes de projetos e programas de pesquisa realizados pela EPAMIG e seus parceiros.

A produção do Informe Agropecuário segue uma pauta e um cronograma previamente estabelecidos pelo Conselho de Difusão de Tecnologia e Publicações da EPAMIG, conforme demanda do setor agropecuário e em atendimento às diretrizes do Governo. Cada edição versa sobre um tema específico de importância econômica para Minas Gerais.

Do ponto de vista de execução, cada edição do Informe Agropecuário terá um coordenador técnico, responsável pelo conteúdo da publicação, pela seleção dos autores dos artigos e pela preparação da pauta.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS ORIGINAIS

Os artigos devem ser enviados em CD-ROM ou pela Internet, no programa *Word*, fonte Arial, corpo 12, espaço 1,5 linha, parágrafo automático, justificado, em páginas formato A4 (21,0 x 29,7cm).

Os quadros devem ser feitos também em *Word*, utilizando apenas o recurso de tabulação. Não se deve utilizar a tecla *Enter* para formatar o quadro, bem como valer-se de “toques” para alinhar elementos gráficos de um quadro.

Os gráficos devem ser feitos em *Excel* e ter, no máximo, 15,5 cm de largura (em página A4). Para tanto, pode-se usar, no mínimo, corpo 5 para composição dos dados, títulos e legendas.

As fotografias a serem aplicadas nas publicações devem ser recentes, de boa qualidade e conter autoria. Podem ser enviadas em papel fotográfico (9 x 12 cm ou maior), cromo (*slide*) ou digitalizadas. As foto-grafias digitalizadas devem ter resolução mínima de 300 DPIs no formato mínimo de 15 x 10 cm e ser enviadas em CD-ROM ou ZIP disk, preferencialmente em arquivos de extensão TIFF ou JPG.

Não serão aceitas fotografias já escaneadas, incluídas no texto, em *Word*. Enviar os arquivos digitalizados, separadamente, nas extensões já mencionadas (TIFF ou JPG, com resolução de 300DPIs).

Os desenhos devem ser feitos em nanquim, em papel vegetal, ou em computador no *Corel Draw*. Neste último caso, enviar em CD-ROM ou pela Internet. Os arquivos devem ter as seguintes extensões: TIFF, EPS, CDR ou JPG. Os desenhos não devem ser copiados ou tirados de *Home Page*, pois a resolução para impressão é baixa.

PRAZOS E ENTREGA DOS ARTIGOS

Os colaboradores técnicos da revista Informe Agropecuário devem observar os prazos estipulados formalmente para a entrega dos trabalhos, bem como priorizar o atendimento às dúvidas surgidas ao longo da produção da revista, levantadas pelo coordenador técnico, pela Revisão e pela Normalização. A não-observância a essas normas trará as seguintes implicações:

- os colaboradores convidados pela Empresa terão seus trabalhos excluídos da edição;
- os colaboradores da Empresa poderão ter seus trabalhos excluídos ou substituídos, a critério do respectivo coordenador técnico.

O coordenador técnico deverá entregar ao Departamento de Publicações (DPPU) da EPAMIG os originais dos artigos em CD-ROM ou pela Internet, já revisados tecnicamente, 120 dias antes da data prevista para circular a revista. Não serão aceitos artigos entregues fora desse prazo ou após o início da revisão linguística e normalização da revista.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

ESTRUTURAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos devem obedecer a seguinte seqüência:

- título:** deve ser claro, conciso e indicar a idéia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a sua compreensão;
- nome do(s) autor(es):** deve constar por extenso, com numeração sobrescrita para indicar, no rodapé, sua formação e títulos acadêmicos, profissão, instituição a que pertence e endereço. Exemplo: Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. U.R. EPAMIG SM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ctsm@epamig.br;
- resumo:** deve constituir-se em um texto conciso (de 100 a 250 palavras), com dados relevantes sobre a metodologia, resultados principais e conclusões;
- palavras-chave:** devem constar logo após o resumo. Não devem ser utilizadas palavras já contidas no título;
- texto:** deve ser dividido basicamente em: Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais. A Introdução deve ser breve e focar o objetivo do artigo;
- agradecimento:** elemento opcional;
- referências:** devem ser padronizadas de acordo com o “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG, que apresenta adaptação das normas da ABNT.

Com relação às citações de autores e ilustrações dentro do texto, também deve ser consultado o Manual para Publicações da EPAMIG.

NOTA: Estas instruções, na íntegra, encontram-se no “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG. Para consultá-lo, acessar: www.epamig.br, entrando em Publicações ou Biblioteca/Normalização.

Mais

força no controle
de nematoides.

Rugby
Nematicida/Inseticida 200 CS



08/05/11



- Rápido início do controle
 - Prolongada ação residual
 - Formulação microencapsulada
 - Melhor aproveitamento, maior produtividade
- DÊ UMA FORÇA PARA A SUA PLANTAÇÃO DE CAFÉ: USE RUGBY.**



ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

CONSULTE SEMPRE UM ENGENHEIRO AGRÔNOMO. VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO.

FMC

Fazendo Mais pelo Campo

fmcagricola.com.br

**Proteção completa
na lavoura, os melhores
resultados em suas mãos.**

Eficiência máxima no combate
à Ferrugem e Cercosporiose

Excelente controle de
Mancha-de-Phoma e outras
importantes doenças

Benefícios AgCelence®:
maturação uniforme, peneiras
mais elevadas e maior
lucratividade no bolso

ATENÇÃO Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

CONSULTE SEMPRE UM
ENGENHEIRO AGRÔNOMO,
VENDA SOB RECEITUÁRIO
AGRÔNOMICO.



0800 0192 500
www.agro.basf.com.br

**Carinho pelo café,
paixão por produtividade.**

Opera®
Fungicida
com benefícios AgCelence

Cantus® Counter® Nomolt® Tutor®

Aplique somente as doses recomendadas. Descarte corretamente as embalagens e restos de produtos. Inclua outros métodos de controle de doenças/pragas/plantas infestantes (ex.: controle cultural, biológico, etc) dentro do programa do Manejo Integrado de Pragas (MIP) quando disponíveis e apropriados. Para maiores informações referente as recomendações de uso do produto e ao descarte correto de embalagens, leia atentamente o rótulo, a bula e o receituário agrônomo do produto.

BASF
The Chemical Company