

# Tendências para a sustentabilidade da cafeicultura de arábica em regiões de montanha

Fabiano Alixandre Tristão<sup>1</sup>; Cesar Abel Krohling<sup>2</sup>; Lúcio Herzog De Muner<sup>3</sup>; Matheus Fonseca de Souza<sup>4</sup>; Maurício José Fornazier<sup>5</sup>

**Resumo** - Café é a principal atividade econômica de 80% dos municípios do Espírito Santo. O café arábica (*Coffea arabica* L.) é cultivado predominantemente em áreas declivosas (600-1.200 m), em 26.313 propriedades rurais, envolvendo 53 mil famílias, numa área de 150 mil ha e produção média anual de 3 milhões de sacas. Embora haja disponibilidade de tecnologias, a sustentabilidade dessa cafeicultura enfrenta diversos desafios, como a diminuição de custos, aumento da renda e qualidade de vida, preservação dos solos e melhoria da qualidade do café. Tecnologias disponibilizadas, como cultivares mais bem adaptadas às condições de cultivo, colheita semimecanizada, implementos mais adaptados às condições declivosas, microterraceamento das lavouras, manejo com cobertura do solo, podas adequadas, adubações químicas e orgânicas equilibradas, têm permitido elevar a produtividade e os patamares de sustentabilidade. Além disso, o adequado ponto de colheita, tecnologias pós-colheita para diferentes altitudes, como formas e tempos diferentes para fermentação, sistema protegido para secagem dos grãos e técnicas para manejo pós-colheita preservam o potencial global das diferentes qualidades de bebida, ressaltando em sabores/ aromas diferenciados. Capacitações contínuas em boas práticas agrícolas (BPA) e pós-colheita, treinamentos em classificação/ degustação/ponto de torra de café para torrado/moído e espresso permitem melhor comercialização de diferentes cafés para mercados nacionais/internacionais, redes varejistas ou diretamente para consumidores, melhorando o patamar econômico da sustentabilidade. Atingir patamares superiores de sustentabilidade dependente da aceitação global pelos diferentes atores envolvidos na cadeia produtiva e no mercado consumidor. Somente com a conscientização das partes envolvidas e remuneração adequada de cafés superiores, as famílias rurais continuarão estimuladas para permanecerem nas propriedades, produzindo café de alta qualidade, preservando o meio ambiente e gerando emprego e renda no meio rural nas montanhas do Espírito Santo.

**Palavras-chaves:** Café sustentável. Manejo de lavouras de café. Qualidade de café arábica. Qualidade de vida. Regiões declivosas.

## Trends for sustainability of arabica coffee in highland regions

**Abstract** - Coffee is the main economic activity of 80% of the municipalities of Espírito Santo State, Brazil. Arabica is cultivated in highland areas (600-1,200 m), in 26,313 rural farms, involving 53,000 families, in an area of 150,000 ha, and an annual average production of 3 million bags. Although technologies are available, the sustainability of this coffee crop faces several challenges, such as cost reduction, increase in quality of life and income, soil conservation and improvement of coffee quality. Technologies that have been made available such as better adapted cultivars, semi-mechanized harvesting, more adapted implements to sloped conditions, micro-terracing of plantations, soil cover management, adequate prunings, correct chemical and organic fertilizations, have allowed improvement of productivity and levels of sustainability. Suitable harvesting point, post-harvest technologies for different altitudes, different forms and times for fermentation, protected system for the drying of the grains and techniques for post-harvest handling preserve the global potential of different beverage qualities, emphasizing different flavors/aromas. Besides, continuous training in good farming practice (GFP) and post-harvesting, grading/ tasting/roasting courses on roasted/ground coffee and espresso allow better marketing of different coffees to national/international markets, retail chains or directly to consumers, improving economic sustainability. Achieving higher levels of sustainability is a continuous process and depends on the global acceptance by the different actors involved in the production chain and the consumer market. Only with awareness among the actors involved and adequate remuneration of higher coffees will rural households continue to be stimulated to remain on farms, producing high quality coffee, preserving the environment, and generating employment and income in rural areas in the mountains of Espírito Santo.

**Keywords:** Sustainable coffee. Coffee crops management. Arabica coffee quality. Small farmers' life quality. Steep sloped coffee fields.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Esp. Café, Extensionista do Incaper, fabianotristao@incaper.es.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Ecologia de Ecossistemas, Extensionista do Incaper

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista do Incaper

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista do Incaper

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper

## INTRODUÇÃO

A cultura do café é a principal atividade agrícola do Estado do Espírito Santo, sendo a espécie arábica (*Coffea arabica* L.) cultivada predominantemente em áreas declivosas com altitudes entre 600 e 1.200 m. São 26.313 propriedades rurais, cerca de 53 mil famílias, produção média anual de 3 milhões de sacas (60 kg) em área superior a 150 mil ha, em 49 municípios de três mesorregiões do Espírito Santo (Montanhas, Caparaó e Noroeste), com produtividade média esperada de 28,78 sacas/ha e produção total de 4,507 milhões de sacas em 2019 (CONAB, 2018). É a principal atividade econômica de 80% dos municípios (SCHIMIDT; DE MUNER; FORNAZIER, 2004; CONAB, 2018; KROHLING et al., 2018a). Ocupa aproximadamente 13% da área cultivada com café arábica do Brasil e cerca de 2% da área mundial, necessita de uso intensivo de trabalho durante todo o ano, gerando emprego e distribuindo renda (BARBOSA et al., 2012), com importante função socioeconômica. A produção de cafés de qualidade superior (bebida dura ou superior) tem destaque, respondendo por cerca de 1 milhão de sacas anuais, e os cafés especiais – notas superiores a 80 pontos (SCAA, 2008) – atingiram 300 mil sacas anuais.

Apesar da disponibilidade de tecnologias existentes no contexto da cafeicultura brasileira, ainda encontramos problemas de competitividade gerados para os cafés arábicas produzidos em regiões declivosas e em diversas fases do sistema produtivo. Os desafios a serem superados nessa cafeicultura estão relacionados ao relevo acidentado que dificulta o uso de máquinas e até mesmo de mão de obra manual, onerando custos de produção e colheita, a conservação dos solos e águas e o aumento da produtividade e da produção de cafés superiores de forma competitiva e sustentável.

Outros desafios estão na busca do equilíbrio na distribuição da renda ao longo da cadeia produtiva, agregação de valor ao produto com abertura de novos nichos para cafés especiais, promoção do consumo do café e seus derivados, incentivo ao associativismo para comercialização, principalmente de cafés superiores, certificação e rastreabilidade da produção

e diminuição da dependência das famílias rurais em relação à cafeicultura através da diversificação e aumento de suas fontes de renda (SCHIMIDT; DE MUNER; FORNAZIER, 2004; DE MUNER et al., 2017). As tendências da cafeicultura de arábica nas Montanhas e no Caparaó Capixaba têm que obrigatoriamente elevar seus patamares de sustentabilidade. Também precisa melhorar a mecanização sem, entretanto, acarretar riscos ambientais em áreas declivosas onde essa cafeicultura está implantada.

## A SUSTENTABILIDADE

Os conceitos de sustentabilidade econômica, ambiental e social demandam a adaptação de tecnologias e a realização de ações de pesquisa, inovação, assistência técnica e extensão rural. Têm como base a implantação das boas práticas agrícolas de produção (BPA), colheita e pós-colheita, com foco na melhoria dos processos e maximização dos lucros, com preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida no meio rural (DE MUNER, 2012). Espera-se que os cafeicultores e suas propriedades atinjam progressivamente níveis mais elevados nos diversos patamares de sustentabilidade, com impactos diretos na melhoria da produtividade e qualidade da bebida dos cafés regionais; que os riscos socioambientais sejam reduzidos e se consolide a identidade (Indicações Geográficas - IG) do “Café das Montanhas” e do “Café do Caparaó”. Dessa forma, a cafeicultura capixaba de arábica será mais competitiva e capaz de atender à crescente demanda dos mercados interno e externo por cafés superiores e diferenciados (KROHLING et al., 2018a).

O conceito de crescimento econômico é confundido com o de desenvolvimento sustentável. Este não é conceito acabado, mas ideia do estágio socioeconômico e político de determinada comunidade, e sustentabilidade diz respeito à capacidade de suporte da biosfera com objetivo de garantir sua preservação (DE MUNER et al., 2017). Sustentabilidade envolve produção de bens e serviços e integra o sistema produtivo. Pressupõe enfatizar o uso de fontes renováveis de energia,

busca rendimentos com utilização de práticas de manejo, como as BPA para eficiência do sistema de maneira a satisfazer as necessidades das gerações presentes e futuras. O desenvolvimento sustentável na agricultura deve proporcionar preservação ambiental através da conservação da água, do solo e dos recursos genéticos vegetais e animais, deve ser socialmente aceitável e economicamente viável, tomando-se por base, principalmente, as dimensões ecológica, econômica e social. Tecnologias e processos utilizados nas BPA do sistema produtivo devem levar à contínua melhoria da qualidade de vida (DE MUNER et al., 2017).

A Associação Brasileira da Indústria de Café (Abic) lançou em 2007 o 'Programa Cafés Sustentáveis do Brasil' no mercado brasileiro, visando o consumo consciente de produtos com comprovado respeito à sustentabilidade. Seu selo garante que mais de 60% do *blend* para cafés superiores e *gourmets* sejam oriundos de seus parceiros sustentáveis. Tem como objetivo contribuir para que práticas sustentáveis de produção e comercialização do café ganhem escala entre os interessados (*stakeholders*). Também visa a redução dos impactos ambientais, efeitos das mudanças climáticas e perda da biodiversidade. Além disso, promove o aumento da quantidade de "café sustentável" para atender à demanda e promover a melhoria da qualidade de vida no meio rural (ABIC, 2015; SCP, 2015).

O Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC) do Programa Café Sustentável e suas respectivas ações é detalhado por De Muner et al. (2017). Essa vertente vem sendo trabalhada na Região das Montanhas do Espírito Santo desde o ano de 2006, com definição de critérios socioambientais para avaliação da sustentabilidade nas propriedades familiares e acompanhamento da implantação, evolução e custos do processo (DONNA et al., 2007, 2008; FORNAZIER et al., 2008, 2009; DE MUNER; FORNAZIER; SCHIMIDT, 2009).

Com objetivo de disponibilizar assistência técnica, extensão rural e pesquisa integrada e com foco na sustentabilidade da cafeicultura do Espírito Santo, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e

Extensão Rural (Incaper), juntamente com parceiros da iniciativa privada e pública, lançou, no ano de 2018, o Programa Cafeicultura Sustentável, cujas ações estão baseadas no currículo de sustentabilidade (DE MUNER et al. 2017), focado nas BPA, proteção ambiental e bem-estar social, abrangendo municípios produtores de café do Estado do Espírito Santo.

A sustentabilidade energética, social, ambiental e econômica de sistemas de produção de café arábica foi estudada na Região das Montanhas do Espírito Santo (DE MUNER, 2012; DE MUNER et al. 2015, 2018) e demonstrou que o sistema orgânico de produção foi o mais sustentável ambiental e energeticamente; entretanto, o sistema de BPA apresentou melhor retorno global, com destaque para a vertente econômica. O conjunto das boas práticas tecnológicas de produção, colheita e pós-colheita do café arábica têm sido desenvolvidas e difundidas pelo sistema de pesquisa e assistência técnica para implantação e condução das lavouras cafeeiras nessa região. São elas a seleção de cultivares apropriadas às diferentes altitudes e comprovação de seu potencial de bebida, adequação das lavouras para implantação do microterraceamento, implantação da colheita semimecanizada, classificação e prova dos diferentes cafés produzidos nas mesorregiões do Espírito Santo. Ainda, são realizados desenvolvimento e capacitação de cafeicultores familiares para identificação da qualidade de seus cafés e em processos de pós-colheita para melhoria da qualidade, treinamento contínuo de profissionais das iniciativas pública e privada para produção de cafés sustentáveis, palestras motivacionais, realização de mostras e eventos locais e regionais, além de treinamentos práticos de campo e pós-colheita para capacitação de técnicos e cafeicultores.

Sendo assim, a adoção das BPA permite elevação gradativa dos patamares de sustentabilidade, de acordo com as necessidades e possibilidades de investimento dos cafeicultores, principalmente na agricultura de base familiar (DE MUNER, 2012; DE MUNER et al., 2015, 2018).

## BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

### USO DE CULTIVARES APROPRIADAS

O aparecimento da ferrugem, a partir de 1970, motivou nova ênfase nos programas de melhoramento do Instituto Brasileiro do Café (IBC), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Universidade Federal de Lavras (Ufla) e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). A partir de 1990, houve incremento na introdução de novas cultivares resistentes à ferrugem, principalmente oriundas do cruzamento de híbrido de Timor e *Coffea canephora* com cultivares já estabelecidas de *Coffea arabica*, tais como Catuaí, Mundo Novo, Bourbon e Caturra. Nas últimas oito décadas, os órgãos de pesquisa do Brasil promoveram avanços significativos no melhoramento genético do cafeeiro (Quadro 1). Esse trabalho culminou com o lançamento de centenas de variedades cadastradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (MEDINA FILHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008), com expressivo aumento na produtividade e incorporação de resistência/tolerância à ferrugem (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005; FAZUOLI et al., 2007; MARTINEZ; TOMAZ; SAKIYAMA, 2007; CARVALHO et al., 2010; MATIELLO et al., 2016).

As diferenças entre as características edafoclimáticas das regiões de produção geram diferentes respostas pelas plantas, levando em consideração a interação genótipo x ambiente, e permitem a seleção de cultivares mais adaptadas para condições específicas de cultivo (PINTO et al., 2012; MATIELLO et al., 2016). Entretanto, a maioria dos plantios de café no Brasil ainda utilizam cultivares suscetíveis à ferrugem. Nos últimos 10 anos, houve aumento significativo da procura por sementes de cultivares tolerantes/resistentes a essa doença e com boa adaptação, produtividade e qualidade de bebida. Cultivares de café arábica com essas características diminuem riscos de intoxicação do aplicador e do ambiente, além de reduzir custos de produção pela diminuição da necessidade de uso de fungicidas (CARVALHO et al., 2012; MATIELLO et al., 2016). Isso

possibilitou a melhoria da produtividade, manutenção da qualidade e diversificação dos perfis sensoriais e organolépticos das bebidas, pois a qualidade do café é característica altamente complexa, com variabilidade na composição química de grãos e nas características organolépticas (CARVALHO et al., 2011). Embora qualquer cultivar de café arábica possua potencial para produção de café superiores (GIOMO; BOREM, 2011), a evolução do mercado mundial de cafés especiais lança o desafio da busca de padrões sensoriais mais elevados no melhoramento genético, aliado à alta produtividade e resistência a doenças.

Ciclo de maturação é outra característica importante a ser observada, pois pode variar de muito precoce a muito tardio. Além dos fatores genéticos, as condições ambientais da região de cultivo, tipo de solo, face de exposição, nutrição e mesmo agentes bióticos podem interferir na época de maturação dos frutos (GUERREIRO-FILHO et al., 2008; FAGAN et al., 2011). Assim, uso de cultivares com diferentes épocas de maturação permitem escalonar a colheita, otimizar a mão de obra e as estruturas de pós-colheita, aumentando a possibilidade da produção de cafés de qualidade superior. A implantação/renovação dos talhões é importantíssima etapa e deve fazer parte do planejamento da propriedade.

Após o lançamento de uma cultivar, é importante sua introdução nas diversas regiões para avaliação de sua adaptação edafoclimática. A escolha da cultivar deve levar em consideração características genéticas, perfil do produtor, adaptação à região e ao sistema de plantio e o planejamento do manejo da lavoura. Características agrônomicas como: produtividade, vigor vegetativo, capacidade de recuperação após poda, porte, resistência/tolerância às doenças e época de maturação também devem fazer parte na escolha para permitir maior rendimento produtivo e diminuição do custo de produção.

**Quadro 1.** Três fases dos avanços no melhoramento genético do cafeeiro arábica no Brasil

<b>1ª FASE: Introdução do café no Brasil (décadas de 1720 a 1930)</b>				
<b>Ano</b>	<b>Cultivares</b>			
	Typica	Arábica	Comum	Crioula
<b>Mutações naturais</b>				
1859	Bourbon Vermelho	Amarelo de Botucatu - 1871 (São Paulo)		
	(Ilha de Reunião)	Maragogipe - 1870 (Bahia)		
1896	Sumatra	Bourbon A. (Bourbon Vermelho x Amarelo de Botucatu)		
	(Ilha de Sumatra)	Caturra Vermelho e Caturra Amarelo		
<b>2ª FASE: Criação da seção de genética - IAC (décadas de 1940 a 1970)</b>				
1943	Mundo Novo (MN) (Sumatra x Bourbon Vermelho)			
1949	Cruzamentos Caturra Amar. x Mundo Novo = Catuaís			
1950	Cruzamentos interespecíficos: <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> = Icatu			
1960	MGS Travessia = Catuaí x MN			
1970	Plantios de Catuaí Amar. e Catuaí Verm.			
<b>3ª FASE: Desenv. de cvs resistentes/tolerantes à ferrugem (décadas de 1970 a 1990)</b>				
1970	Órgãos de pesquisa: IAC, IBC, Epamig, UFV, Iapar			
	Cruzamento Caturra x Vila Sarchi ou Híbrido de Timor = Sarchimores e Catimores			
	Ex. de Sarchimores: Iapar 59, Obatã, Tupi, Arara, Tupi RN			
	Ex. Catimores: Katipó, Oeiras, Paraísos, Catiguás, Pau-Brasil, Sacramento e Araponga			
	Cruzamento <i>C. racemosa</i> x <i>C. arabica</i> (Blue Mountain) x Retrocruzamento MN = Siriema			
1982	Cruzamento Sarchimor x MN = Acauã			
1985	Cruzamento Catimor x Icatu = MGS Aranãs			
1986	Cruzamento Catuaí x Icatu = Catucaís Amarelo e Vermelho			
	IPR 98 e 99 (Sarchimores); IPR 100 (Catuaí x (Catuaí x BA-10)); IPR 102 (Catuaí x Icatu)			
	IPR 103 e IPR 106 (Catuaí x Icatu); IPR 107 (Iapar 59 x MN)			
1995	Acaia Cerrado MG 1474 (Seleção do Mundo Novo)			
	Rubí, Topázio, Travessia, Ouro Verde e Ouro Bronze			
	MN x Catuaí x Ret. MN			

**Fonte:** Adaptado de Carvalho (2008); Matiello et al. (2016).

**Nota:** IAC = Instituto Agronômico de Campinas; IBC = Instituto Brasileiro do Café; Epamig = Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; UFV = Universidade Federal de Viçosa; Iapar = Instituto Agronômico do Paraná.

As cultivares Catuaí 785-15 (maturação muito precoce), Tupi IAC 1669-33 (maturação precoce), Catucaí Amarelo 2 SL (Sel. CAK), Sabiã cv. 708, Catucaí Amarelo 24/137 cv. 250, Catucaí Vermelho 24/137, IBC-Palma 2 (Fruto grande), Catucaí-açú (fruto grande), Catucaí Amarelo 24/137 (Sel. CAK)' (maturação média), Catucaí Vermelho 19/08 cv. 380, Arara (Sarchimor

Amarelo) (maturação tardia), Acauã e Obatã vermelho IAC 1669-20 (maturação muito tardia) se destacaram pela produtividade na Região das Montanhas do Espírito Santo. Esses materiais genéticos também apresentam resistência/tolerância à ferrugem e são boas opções para plantio em áreas novas ou de renovação em condições de altitudes elevadas. Ainda

possuem alto vigor vegetativo e permitem obtenção de maiores produtividades sem uso de controle químico da ferrugem (KROHLING et al., 2018c).

Na região do Caparaó capixaba, foram testadas 16 cultivares de café arábica sob condições de espaçamento adensado (2,0 m x 0,6 m). Se sobressaíram as cvs Katipó, Oeiras MG 6851, Tupi RN (maturação precoce), o Híbrido H 419-3-3-7-16-4-1-1, Catiguá MG2, Catiguá MG3 e Catucaí Amarelo 24/137 (maturação média), Catuaí Vermelho IAC-144 e Catuaí 44 (maturação tardia) e Acauã (maturação supertardia). As cultivares/progênie Catucaí Amarelo 24/137, Híbrido H 419-3-3-7-16-4-1-1 e os Catuaís Vermelhos IAC-144, IAC-44 e IAC-81 mostraram incidência de ferrugem superiores a 50%. O maior rendimento de café maduro/café seco foi observado para a 'Katipó' e o menor para a 'Sacramento' (SOBREIRA et al., 2018a). Grãos maiores foram colhidos nas cultivares Katipó, Oeiras MG 6851 (maturação precoce), Catucaí Amarelo 24/137, Araponga MG1 (maturação média), Catuaís V. IAC-44, IAC-144 e IAC-81 (maturação tardia) e Acauã (maturação muito tardia) (SOBREIRA et al., 2018b). Assim, os cafeicultores têm à disposição diversas cultivares com características agrônomicas superiores aos padrões Catuaís Amarelo e Vermelho, que são suscetíveis à ferrugem e ainda predominantes nos cultivos no Espírito Santo.

Outros materiais genéticos continuam a ser avaliados (de 6 a 17 safras consecutivas) nessas regiões, mostrando que cultivares com resistência/tolerância à ferrugem têm produtividades mais elevadas que os Catuaís Vermelhos e Amarelos (KROHLING et al., 2017). Entretanto, devido às extremas variações de altitude e microclima nessas duas regiões do Espírito Santo, existe a necessidade de seleção de cultivares em outras localidades, com características edafoclimáticas diferentes. As cultivares do grupo do Catuaí Vermelho e Amarelo são promissoras nas regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais, com estabilidade, adaptabilidade e produtividade em ambientes favoráveis e desfavoráveis (BOTELHO et al., 2010). Carvalho et al. (2012) testaram o desempenho agrônomico

de cultivares de café resistentes à ferrugem e verificaram que várias delas foram promissoras e apresentaram estabilidade e adaptabilidade, independentemente do ambiente.

#### MECANIZAÇÃO NA CAFEICULTURA DE MONTANHA

Aliado ao penoso trabalho manual exigido pela cafeicultura em regiões de montanha, constata-se escassez e alto custo da mão de obra local. Assim, os cafeicultores são forçados a buscar trabalhadores em outras regiões, aumentando o custo de produção. O elevado custo de produção é um dos maiores problemas da cafeicultura de montanha do Espírito Santo (GALEANO; KROHLING, 2018). A declividade do terreno dificulta a mecanização tradicional com equipamentos tratorizados. Para contornar esse problema, pode-se adaptar o terreno, o manejo da lavoura ou ainda as máquinas à situação de declive das áreas.

O microterraceamento é alternativa para adaptação do terreno e consiste na abertura de terraços de 1,2 m a 1,5 m de largura entre as linhas do cafeeiro, que permitirão a entrada de microtratores com diversos implementos. Isso facilitará o plantio, tratos culturais e colheita, reduzindo custos de implantação e manutenção com a mão de obra manual (CNA, 2015).

Outro ponto a ser considerado é a adaptação do manejo das plantas, permitindo uso de mecanização com máquinas automotoras para tratos culturais e colheita, a semimecanização dos tratos culturais e facilitando os tratos manuais (THOMAZIELLO; PEREIRA, 2008).

Diversos cafeicultores dessas regiões declivosas do Espírito Santo iniciaram a implantação dessa técnica com uso de trator de pneus com lâmina dianteira e traseira, trator de esteira e do tipo *Bobcat*, operando com concha e lâmina. Pequenos produtores podem, ainda, construir microterraços com tração animal ou realizar a abertura manual com enxadão (MATIELLO et al., 2016).

Como a introdução do uso de qualquer tipo de mecanização interfere no custo de produção da

lavoura, o estudo dessa prática e do custo a curto, médio e longo prazo é de suma importância para se tomar a decisão. Sua contribuição ao meio ambiente, quando adotada de forma correta, pode ser observada na maior infiltração da água da chuva, propiciando a conservação do solo, diminuindo a erosão e preservando as condições de fertilidade das lavouras (MAGALHÃES, 2013; EUTRÓPIO; KROHLING, 2018). Ainda, proporciona melhores condições de trabalho, mesmo quando realizada de forma manual nos tratos culturais como adubações, podas e colheita, com uso de motopodas e derrigadeiras portáteis, preservando a saúde e promovendo a qualidade de vida do trabalhador (KROHLING et al., 2018b).

Podas constantes nas lavouras têm sido muito utilizadas nas regiões do sul de Minas Gerais e no Cerrado (áreas mecanizadas) visando zerar a safra no ciclo de baixa produção. Esse sistema recebeu o nome de “Safra Zero” ou “Super Safra”, pois é preciso promover safras altas para obtenção de altas produtividades médias, alternada com a safra zerada pela intervenção da poda. Normalmente as podas de esqueletamento e decote são usadas simultaneamente na lavoura. Entretanto, esse modelo de manejo ainda é pouco utilizado nas regiões de montanhas de produção de arábica, devido à dificuldade de adaptação das máquinas ao terreno declivoso.

O bom rendimento da colheita semimecanizada em café arábica também foi constatado na Região das Montanhas do Espírito Santo, tanto em lavouras implantadas em curva de nível, quanto em ‘morro acima’ com uso de máquina recolhadora de lona. O sistema simultâneo de colheita semimecanizado com poda no sistema “Safra Zero” na região de montanhas pode ser aplicado para reduzir custos e facilitar a colheita (KROHLING; SOBREIRA, 2018). Alves, Pereira e Dalchiavon (2017) realizaram estudo de caso com uso de terraceamento na Região de Montanhas de São Paulo e concluíram sua viabilidade econômica, principalmente pela redução do custo de produção, por meio da diminuição da mão de

obra, tanto nos tratos culturais como na colheita. Estudo realizado por Bordin et al. (2019) em lavoura de primeira safra, comparando a colheita manual e mecanizada, mostrou que os danos causados pela colheita manual ou mecânica não interferem na produção da safra seguinte.



**Figura 1.** Vista geral (A) e detalhe (B) de microterraceamento em lavoura de café arábica, em Marechal Floriano, ES.

**Fonte:** Fotos de Cesar Abel Krohling.

## TÉCNICAS DE MANEJO ALTERNATIVO

O zoneamento agroecológico é o primeiro passo para implantação das lavouras. Assim, as mais adequadas técnicas podem ser programadas dentro do planejamento dos talhões. Um vasto conjunto de técnicas que levam à menor dependência de insumos externos e de agroquímicos vem sendo colocado à disposição dos cafeicultores da Região das Montanhas e do Caparaó Capixaba. Entre elas, cita-se a escolha da localização adequada das lavouras nas propriedades; o correto preparo da área; o uso de cultivares mais resistentes/tolerantes a pragas e doenças, vigorosas e de diferentes ciclos de maturação; espaçamentos e densidades de plantio mais adequados à arquitetura de cada variedade; calagem e adubações química e orgânica baseadas em análises de solo e de folha. Ainda, podas planejadas de acordo com o ciclo das plantas; práticas de conservação dos solos e da água; manejo ecológico de plantas espontâneas e de pragas e doenças, da irrigação e da colheita e pós-colheita fazem parte das tecnologias que vêm sendo colocadas à disposição dos cafeicultores da Região das Montanhas e Caparaó Capixaba. Esse conjunto de técnicas levam à menor dependência de insumos externos e de agroquímicos.

O principal inseto-praga do café no Espírito Santo é a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), que pode provocar significativos danos à safra cafeeira e à qualidade do café em anos favoráveis ao seu desenvolvimento populacional (DE MUNER et al., 2000). A principal recomendação para seu manejo em sistemas sustentáveis é a adoção de práticas mais adequadas à manutenção da biodiversidade, preservando e incrementando a população de inimigos naturais e o equilíbrio do sistema através do controle cultural com retirada de todos os frutos da planta e aqueles caídos ao solo, a colheita bem-feita e o repasse (FORNAZIER et al., 2000). O controle biológico por meio da liberação de inimigos naturais nas lavouras (BENASSI, 1989) também pode ser alternativa ao controle químico.

Novas moléculas químicas têm sido desenvolvidas e registradas pela indústria para o controle da

broca-do-café. Entretanto, para que elas sejam eficientes é necessário o monitoramento sistemático da população, através de amostragem de frutos e inspeção de seu ataque ou com uso de armadilhas com caimônio (etanol + metanol). Esse sistema de armadilhas atrai os insetos adulto-fêmeas, permite monitorar sua população e a tomada de decisão sobre a necessidade de intervenção química nos talhões onde a incidência da praga ultrapassar o nível de controle (3% - 5%). A época mais adequada para instalação das armadilhas é a partir de meados de outubro, quando se inicia o período de trânsito dos insetos adultos. Nesse momento, a broca-do-café ainda não realizou a oviposição e não causou danos diretos, devido ao estágio de crescimento dos frutos não permitir o desenvolvimento de suas larvas. Assim, o correto uso da intervenção química nessa época pode evitar novas aplicações durante fases mais avançadas de desenvolvimento dos grãos. O aumento do número de armadilhas na área poderá dispensar o uso de pesticidas (FORNAZIER et al., 2017).

A produção de café pode ter seus níveis de sustentabilidade melhorados com a substituição das entradas energéticas não renováveis por outras de menor custo energético, como biocombustíveis e fertilizantes orgânicos. Existe uma série de ações que permitem combinar os aspectos energéticos com os requerimentos nutricionais do café; se adotadas em conjunto, podem melhorar a sustentabilidade do cultivo de forma global. Uma delas está no cultivo de espécies leguminosas para adubação verde visando incremento nutricional no sistema, principalmente de nitrogênio (N), altamente limitante da conversão energética e, na maioria das vezes, obtido por meio de fontes energéticas não renováveis (DE MUNER, 2008).

Outra forma seria a utilização adequada dos subprodutos originados do processamento do café, como a palha e a água residuária da lavagem e despulpamento do café, na maioria das vezes, utilizada de forma inadequada. Elas têm sido importantes para equilibrar a relação custo/benefício no aumento da produtividade do café,

racionalizando as quantidades de adubo utilizadas. O uso da compostagem orgânica e da palha de café é prática recomendada e visa o aproveitamento dos resíduos orgânicos na propriedade, em substituição parcial da adubação química (BRAGANÇA et al., 1995; ARAUJO et al., 2007; SILVA et al., 2013).

O uso de adubos verdes e manejo de leguminosas nas entrelinhas do café é outra prática que pode ser utilizada e proporciona produção de massa verde e aporte de nutrientes ao solo (RICCI; ARAÚJO; FRANCH, 2002; MOURA et al., 2005; ARAUJO et al., 2013, 2014; CARDOSO, 2013), reduzindo custos com insumos externos, a temperatura do solo e melhorando a retenção de água e a diversidade. Ainda, proporcionam proteção contra erosão laminar e promovem a ciclagem de nutrientes entre as camadas de solo (BALOTA; CHAVES, 2011). Entretanto, um dos principais desafios para o uso de adubos verdes em consórcio com o cafeeiro está em estabelecer o manejo adequado para ambas as espécies e sincronizar a disponibilização de nutrientes da adubação verde com a demanda do cafeeiro (ARAUJO, 2015).

Uma das estratégias para escolha de espécies vegetais para cobertura de solo é a biodiversidade. Há casos de grandes áreas com monocultura de lavouras perenes em manejo biodinâmico, onde o princípio da biodiversidade é atendido por meio do plantio anual de 15 espécies vegetais nas entrelinhas das plantas comerciais, como oportunizado pelo ‘coquetel biodinâmico’ (Informação verbal)<sup>6</sup>. Na Região das Montanhas do Espírito Santo, têm sido selecionadas espécies vegetais para cobertura de solo para as épocas de outono-inverno e primavera-verão, tais como espécies de crotalária, feijão-de-porco, girassol, guandu-anão, milheto, espécies de mucuna, espécies de aveia e ervilha-forrageira, caupi, mamona, sorgo-forrageiro, lablab, milho porte alto (‘ES-204 Imperador’) e outras para serem usadas nesse coquetel que permite aumento da biodiversidade (ANGELETTI et al., 2018; SOUZA et al., 2018) e podem ser semeadas na entrelinha de cafeeiros em formação e naqueles submetidos à poda.



**Figura 2.** Centeio e aveia-preta em fase de florescimento e formação de grãos (A); feijão-de-porco (B) e *Crotalaria ochroleuca* (C) com potencial de múltiplos benefícios em lavoura de café arábica, em Santa Maria de Jetibá, ES.

Fonte: Angeletti et al. (2019).

<sup>6</sup>Informação fornecida por Maria da Penha Angeletti em 2019.

## MERCADO E PRODUÇÃO DE CAFÉS SUPERIORES

Para ser considerado especial pelo mercado de café, os grãos devem ser isentos de impurezas e defeitos e possuir atributos sensoriais diferenciados, como bebida limpa e doce, corpo e acidez equilibrados, que permitam qualificá-la acima dos 80 pontos na análise sensorial (SCAA, 2008). Ainda, devem ter rastreabilidade certificada e respeitar critérios de sustentabilidade em todas as etapas de produção (BSCA, 2018). O consumo de cafés especiais cresceu 19% em 2018, no Brasil, movimentando 705 mil sacas e 2,6 bilhões de reais. Entre as razões para o crescimento desse mercado, está o maior envolvimento do brasileiro com café especial e o aumento do número de cafeterias *gourmets*. Existem cerca de 13 mil estabelecimentos que vendem esses cafés no Brasil e a maioria se dedica mais à experiência de tomar café do que à simples venda de produtos, oferecem cursos de preparo com variadas origens de café, com presença constante de baristas renomados (ABIC, 2019).

Esse crescimento tem sido impulsionado pela chamada terceira onda do café, compreendida como movimento no mercado de cafés especiais, marcado por significativa mudança de percepção do produto. O café passou a ser considerado tão ou mais complexo que o vinho, sendo sazonal, exclusivo, singular e pautado pela busca e trabalho conjunto por uma qualidade excepcional em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a produção dos grãos até o consumo final da bebida. No conceito da terceira onda, a comercialização é realizada de forma direta entre o cafeicultor e o consumidor, preferencialmente de microlotes, com valorização da qualidade de bebida, origem e sustentabilidade da produção (GUIMARÃES, 2016).

Toda essa evolução no mercado de cafés especiais lança o grande desafio para a pesquisa brasileira, isto é, desenvolver e combinar tecnologias que possam dar suporte ao cafeicultor para produção com sustentabilidade, em consonância com exigências de qualidade e segurança do alimento demandadas pelo mercado.

Os cafeicultores de arábica do Espírito Santo têm aumentado sensivelmente a comercialização direta de lotes, micro e nanolotes de cafés diferenciados com cafeterias nacionais e internacionais e compradores especializados ao redor do mundo. Tem-se constatado, também, aumento na demanda por avaliação sensorial dos cafés do Espírito Santo, por salas de degustação, bem como por participação de produtores em concursos estaduais e nacionais de café. Verifica-se, ainda, as constantes capacitações desses agricultores em BPA, processos de avaliação da sustentabilidade e, principalmente, em classificação, degustação e processos de torra de café.

Essas práticas têm permitido o conhecimento necessário para processamento artesanal e comercialização direta de grãos torrados e moídos e para café expresso, devidamente embalados, aos consumidores e estabelecimentos comerciais. Entretanto, é necessário o fortalecimento do marketing dos cafés brasileiros por meio de ações que possam dar mais visibilidade às características dos cafés de diferentes origens.

### Aspectos edafoclimáticos x qualidade do café arábica

O Brasil possui grande variação nas condições edafoclimáticas das regiões produtoras de café arábica, com altitudes que predominantemente vão de 500 m a 1.200 m, diversidade de solos e relevo variando de acidentado (Região das Montanhas do Espírito Santo) a plano (Cerrado Mineiro). O cultivo é realizado em diferentes faces de exposição ao sol que sofrem a influência da temperatura, umidade relativa do ar, níveis de irradiação e precipitação. Esses fatores podem alterar a resposta fisiológica da planta e a constituição química dos grãos.

O nível de irradiância solar influencia as características fisiológicas das plantas de café, fazendo com que criem mecanismos de adaptação. Como consequência, observa-se interferência sobre a quantidade e qualidade dos frutos produzidos (DA MATTA; RENA, 2002). Consequentemente, influenciam a qualidade final da bebida, resultado das inteirações desses fatores com as cultivares, manejo da cultura e práticas de colheita e pós-colheita.

Em cafés de Minas Gerais, foi observado que quanto maior a altitude, maior a nota na avaliação sensorial. Entretanto, em maiores latitudes, a influência da altitude na qualidade do café é menor (BARBOSA et al., 2012). Na Região das Montanhas do Espírito Santo, foi constatada influência positiva do aumento de altitude (700 m a 1.100 m) sobre a melhoria da qualidade final das cvs Rubi, Catuaí Vermelho IAC 44 e Catuaí Vermelho IAC 81. Entretanto, 24 cultivares de café testadas na Região das Montanhas do Espírito Santo (800 m) apresentaram potencial para produção de cafés especiais acima de 82 pontos (escala SCAA) nessas diferentes altitudes (SCAA, 2008; FERRÃO et al., 2009; KROHLING et al., 2018c).

A face de exposição do cafeeiro ao sol também tem mostrado influência sobre a produtividade e qualidade do café. Cafés arábicas produzidos em regiões com temperatura média elevada sofreram efeito deletério quando cultivados em face de exposição oeste, onde foi constatada maior insolação (MATIELLO et al., 2004). Entretanto, essa maior insolação observada nessa face mostrou-se favorável à produtividade e qualidade desses mesmos cafés produzidos na região da Zona da Mata de Minas Gerais, onde a temperatura média é menor (ALVES et al., 2004). A melhoria da qualidade do café com aumento na altitude pode ser relacionada principalmente à diminuição da temperatura média e dos níveis de oxigênio da atmosfera, fazendo com que o processo respiratório fique mais lento, alongando o ciclo de desenvolvimento e proporcionando maior acúmulo de açúcar do fruto (ENSEI, 2018).

Essas diferentes características organolépticas conferem valor diferenciado aos diversos tipos de bebida do café (FERNANDES et al., 2003; TRISTÃO et al., 2017). A qualidade intrínseca (aroma, acidez, amargor, corpo, sabor e impressão global da bebida) é formada por atributos sensoriais, bem como as diversas nuances que possam apresentar, cada vez mais exploradas e valorizadas pelo mercado de cafés *gourmets* ou especiais. Pelas sensações e percepções proporcionadas (SCAA, 2008), promovem

agregação de valor e sustentabilidade econômica das propriedades (BORÉM, 2012), principalmente de agricultores familiares.

Esse panorama tem se tornado frequente na produção de cafés no Caparaó e na Região das Montanhas do Espírito Santo. Concursos de qualidade realizados por instituições públicas (Incaper, Prefeituras Municipais) e privadas (Illy Café, Ueshima Coffee Company e Real Café) têm destacado o real potencial do Espírito Santo como produtor de cafés diferenciados e raros. Diante da crescente demanda pelo mercado mundial de cafés especiais com perfis sensoriais diferenciados, torna-se um grande desafio para a pesquisa avaliar as interações entre diferentes genótipos com o clima e manejo das lavouras, em diferentes regiões produtoras de café arábica no Brasil.

### **Colheita e produção de cafés especiais**

O processo de maturação do fruto tem início com aumento da atividade respiratória, síntese de etileno, metabolismo de açúcares e ácidos, degradação da clorofila e metabolismo de substâncias responsáveis pela mudança da coloração da casca. Também ocorre redução da adstringência e síntese de compostos voláteis, tais como aldeídos, ésteres, cetonas e álcoois (CARVALHO; CHALFON, 1985).

O fruto maduro é a matéria-prima para produção de cafés especiais. Nesse estágio, ele apresenta maior peso, teores de açúcares e atividade da polifenoloxidase, baixos teores de compostos fenólicos totais, cafeína e lixiviação de potássio. Diferentemente, o fruto verde apresenta menores teores de açúcares, atividade da polifenoloxidase, peso e maiores teores de compostos fenólicos. Assim, a correta colheita é decisiva para obtenção de maior rendimento em cafés superiores (PIMENTA; VILELA, 2002). Deve-se otimizar a colheita de frutos maduros, desejáveis para produção de cafés superiores, devido à presença de frutos em vários estádios de maturação (verde, maduro, passa e seco) nas plantas. Para isso, a colheita deve ser, preferencialmente, seletiva, quando viável economicamente.

Esse processo é mais viável para agricultores familiares que tenham disponibilidade de mão de obra e comercializem microlotes de café direcionados a nichos de mercado com maior valor agregado. Entretanto, a forma economicamente mais viável é realizar a colheita por derriça manual ou mecanizada, iniciando com 80% dos frutos maduros. Deve-se mapear os talhões e iniciar por aqueles de maturação mais precoce.

A colheita deverá obrigatoriamente ser realizada na peneira ou no pano e o café colhido deverá ser acondicionado em sacos de rafia e mantido na sombra onde as temperaturas são mais amenas. Frutos de varrição, que podem apresentar processo de deterioração, nunca deverão ser misturados com o café colhido, em nenhuma das etapas da colheita e pós-colheita. O tempo máximo para que os frutos recém-colhidos cheguem à unidade de processamento é de 8 horas, para evitar fermentações indesejáveis (BRANDO, 2004).

### **Processamento e produção de cafés especiais**

Os métodos de processamento pós-colheita de grãos de café empregados podem ser via seca, na qual o fruto é seco integralmente e dá origem aos cafés denominados coco ou terreiro, ou por via úmida, na qual a secagem dos frutos é feita sem a casca e origina os cafés cereja descascado ou cereja despulpado, podendo a mucilagem ser retirada parcial ou totalmente (SILVA et al., 2001). A escolha do método é decisiva para a qualidade, pois é dependente das condições climáticas da região, disponibilidade de capital, tecnologias e equipamentos, exigências do mercado consumidor, outorga para uso da água e disponibilidade de tecnologia para tratamento das águas residuárias (BORÉM, 2008).

O processamento via seca ou natural consiste na secagem dos frutos sem a retirada da casca. Esse preparo não dispensa totalmente o uso de água, sendo indicado usar o lavador/separador, seguindo-se a secagem, o armazenamento e o beneficiamento (MATIELLO et al., 2016). Algumas alterações químicas podem ocorrer durante

esse processamento e conferir características distintas aos cafés naturais, diferindo-os dos cafés processados via úmida (BORÉM, 2008). O processamento via seca possui a vantagem de precisar de menor investimento em infraestrutura e utilização de água, além de necessidade inferior de licenciamento ambiental. Entretanto, possui a desvantagem de necessitar maior tempo de secagem e menor padronização dos cafés, além de ocupar maior volume nos terreiros, secadores e armazéns. Em regiões com elevada umidade relativa do ar no período da colheita, o tempo de secagem pode chegar a 30 dias e fermentações indesejáveis podem ocorrer (TRISTÃO; FORNAZIER, 2019). A uniformidade de secagem e a qualidade final do café podem ser prejudicadas quando se misturam grãos verdes, maduros e secos, podendo resultar em lotes de bebida de qualidade inferior. A qualidade superior dos cafés naturais dependerá de colheita seletiva e realização da secagem de forma muito cuidadosa. Dessa forma, é possível produzir cafés acima de 80 pontos (SCAA, 2008).

No processamento via úmida, os grãos colhidos são conduzidos para moegas de recepção localizadas acima do lavador/separador e levados por gravidade para o abanador, onde é realizada a separação mecânica dos frutos, das impurezas mais leves (graveto, folhas e outros). Em seguida, os frutos são conduzidos para o lavador/separador para separação hidráulica por densidade do café mais leve (boia) dos cafés verde e maduro e retirada de outras impurezas mais pesadas. Depois, os grãos verdes e maduros são conduzidos para o descascador de cerejas. Nessa etapa, os grãos verdes são separados dos maduros e retirada a casca dos grãos maduros. Diversos cuidados deverão ser observados nessa etapa, como trabalhar com, no máximo, 20% de grãos verdes, não usar excesso de volume de grãos, selecionar peneira do separador de verde de acordo com tamanho dos frutos, regular o peso de retenção dos grãos verdes evitando a passagem desses grãos junto com os grãos descascados, regular o volume de água de maneira a otimizar o funcionamento do

equipamento para evitar consumo excessivo, realizar periodicamente a regulagem dos canais e cilindro do separador de casca e manter constantemente a higiene do equipamento. Nesse processo, pode-se remover a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação biológica, resultando no café despulpado; também pode-se remover mecanicamente a casca e parte da mucilagem, resultando nos cafés cereja descascados (CD); além de remover mecanicamente a casca e a mucilagem, dando origem ao café desmucilado (BORÉM, 2008). Para o despulpamento dos grãos após a retirada da casca, deve-se encaminhá-los para tanques de alvenaria, onde permanecerão por período de 8 a 36 horas. Esse tempo é determinado pela temperatura ambiente, composição química da mucilagem, microbiota dos grãos, sistema de fermentação (com ou sem água) e qualidade da água usada no processo (PUERTA-QUINTERO, 2012).

### **Secagem com foco na produção de cafés especiais**

Secagem pode ser definida como processo simultâneo de transferência de energia e massa entre o produto e o ar de secagem e consiste na remoção do excesso de água contido no grão de café por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada do ar aquecido de modo a permitir a manutenção da qualidade durante o armazenamento (BROOKER et al., 1974). É processo tão importante que, se for mal feita, pode causar sérios prejuízos ao cafeicultor. Seca excessiva dos grãos provoca perda de peso, aumenta grãos quebrados durante o beneficiamento e aumenta os gastos com mão de obra, lenha e energia elétrica. Por outro lado, o café malseco, ainda úmido, tem seu valor depreciado devido ao mau aspecto (grãos manchados, esbranquiçados) e propicia má conservação no armazenamento, podendo proporcionar condições favoráveis à contaminação por ocratoxina (MATIELLO et al., 2016).

O método de secagem, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar no secador e tempo de secagem influenciam no processo e podem

comprometer a qualidade do produto final (BORÉM, 2008). Dependendo dos aspectos tecnológicos envolvidos, a secagem pode ser natural, realizada em terreiro ou artificial através de secadores mecânicos (SILVA et al., 2001).

A secagem em terreiro tem como principal vantagem seu baixo custo com energia, pois a fonte de calor é a radiação solar. Em condições favoráveis e manejo correto, proporciona produto de qualidade. É o método de secagem mais correto sob o ponto de vista ambiental por não utilizar queima de combustível. Entretanto, a qualidade final do produto pode ser comprometida se as condições climáticas forem desfavoráveis e aliadas ao manejo incorreto da secagem (BORÉM, 2008). Os terreiros devem ser construídos em áreas planas ou levemente onduladas, bem-ensolaradas e ventiladas, sempre que possível abaixo das lavouras e de instalações de recepção dos grãos e acima das instalações de armazenamento e beneficiamento (MATIELLO et al., 2016). Preferencialmente, devem ser de concreto, pois são mais eficientes e apresentam menores riscos de comprometimento da qualidade (SILVA et al., 2001).

Outra modalidade para secagem do café é o uso do terreiro suspenso. Nesse método, foi observada melhor qualidade em cafés descascados e despulpados comparativamente à secagem tradicional (MICHELI, 2000). Entretanto, constatou-se que a qualidade dependerá da origem da matéria-prima (variedade e local de produção), espessura de secagem e manejo durante o processamento. Assim, recomenda-se evitar generalizações quanto ao tipo de terreiro para se obter cafés de qualidade (BORÉM, 2008). No entanto, o maior período de secagem foi constatado nesse tipo de terreiro, quando comparado com os de concreto e lama asfáltica (HARDOIM et al., 2001).

Para proporcionar segurança e boa secagem dos grãos, pode-se utilizar a cobertura plástica do terreiro que melhora a eficiência de secagem e qualidade final de bebida, principalmente em locais de elevada umidade relativa do ar durante o período

de secagem. Na Região das Montanhas do Espírito Santo, em altitude de 850 m, grãos despolidos, naturais, naturais lavados e naturais verdes apresentaram melhora global de bebida em terreiro de concreto coberto que naquele sem cobertura, indicando a necessidade do uso adicional dessa tecnologia para a secagem e obtenção de maior qualidade dos grãos (TRISTÃO et al., 2016) (Tabela 1). Cuidados especiais devem ser adotados no uso da cobertura plástica devido aos riscos de se atingir temperaturas excessivamente elevadas e baixa aeração no seu interior. Para se contornar esse fator limitador, recomenda-se instalar o terreiro coberto em local de boa insolação e boa ventilação e ser dimensionado de acordo com a capacidade produtiva da propriedade. A estrutura pode ser construída de alvenaria, chapa metálica, PVC ou madeira, e a parte superior deve possuir forma de semicírculo. O pé-direito central deve ser de 4 m, e as laterais de 1,8 m de altura, com mecanismo de

aeração na parte superior e laterais da estrutura. A lona utilizada deve ser de PVC e ter pelo menos 150 micras. Terreiros suspensos ou de concreto podem ser construídos no interior dessa estrutura, onde também deve ser instalado termômetro digital para monitoramento da umidade relativa, temperatura média, máxima e mínima, no ambiente e na massa de grãos. O sistema de revolvimento eletrônico pode ser utilizado na secagem de café em terreiro de concreto com cobertura plástica. Constituído por haste metálica com rodos de borracha na horizontal fixada em trilhos localizados nas extremidades do terreiro, é movimentado por motor de 1,5 cv. e possui painel eletrônico para controle do intervalo de revolvimento. Possibilita automatização do processo de revolvimento da massa de grãos sem comprometer a qualidade final do produto, melhora a eficiência da secagem e reduz sensivelmente o uso de mão de obra no processo (TRISTÃO et al., 2018).

**Tabela 1.** Qualidade sensorial de bebida (escala SCAA) e tempo de secagem (dias) para diferentes tipos de café, em terreiro de concreto coberto e sem cobertura

Tipos de café	Terreiro coberto		Terreiro sem cobertura	
	Nota global	Tempo secagem	Nota global	Tempo secagem
Despolido	86,69 a A	8,50 c B	70,88 a B	13,44 c A
Verde natural	70,59 b A	10,44 b B	64,00 b B	14,25 c A
Lavado natural	72,25 b A	11,44 a B	65,06 b B	16,19 a A
Natural	64,81 c A	11,69 a B	55,38 c B	16,44 a A

**Nota:** Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Tristão et al. (2016).

### Manejo da secagem do café em pergaminho

Passo a passo para secagem dos grãos para obtenção de cafés superiores:

1º dia: O café descascado/despolido deverá ser espalhado em camadas de 7 L/m<sup>2</sup>; 2º dia: Após perder a umidade externa, o café deverá ser espalhado em camadas de 14 L/m<sup>2</sup>; depois dessa etapa, deve-se espalhar o café em leiras de 2 cm

de altura; A partir da meia-seca (cerca de 25% de umidade), deve-se amontoar o café à tarde, em leiras de 50 cm e revolver a massa de grãos pelo menos 12 vezes ao dia durante todo o período de secagem. Após atingir 11% de umidade, os grãos deverão ser armazenados em pergaminho. O terreiro deve ser mantido sempre limpo e protegido para não permitir entrada de animais.

### **Secagem a altas temperaturas**

Nesse sistema de secagem, é fundamental o controle da temperatura da massa de grãos até 40 °C para manutenção da qualidade. Temperaturas superiores promovem fusão desses corpúsculos em gotas grandes no espaço intracelular, indicando ruptura da membrana plasmática e das vesículas de óleo (BORÉM, 2008).

Os secadores mais usados são cilíndrico-rotativos, com ar aquecido e insuflado na câmara de secagem por eixo central, e os grãos movimentados pela rotação do secador. Para se obter cafés especiais, é preciso realizar a meia-seca em terreiro. O secador deverá receber carga homogênea com folga de 15 cm para permitir movimentação dos grãos; usar fornalha de fogo indireto, termômetro para aferir se a temperatura está atingindo pelo menos 50% do diâmetro do cilindro e operar por período de 2 horas com ar natural. Em seguida, aquecer o ar e não ultrapassar 40 °C na massa de grãos. Quando os grãos atingirem 30% de umidade, deverá ser observado período de descanso de 8 horas, à noite, permitindo migração da água para a extremidade dos grãos, melhorando a uniformidade de secagem e qualidade final do produto e reduzindo custo. No dia seguinte, a secagem deve ser reiniciada nas primeiras horas do dia, devendo o processo ser conduzido até o café atingir 11% de umidade. Deve-se evitar injúrias nos grãos, pois elas são responsáveis por defeitos físicos e aceleram o branqueamento dos grãos na fase de armazenamento devido a processos oxidativos (PIMENTA, 2003). A manutenção da higiene durante a secagem é fundamental para se obter cafés especiais (TRISTÃO; FORNAZIER, 2019).

### **Armazenamento de cafés especiais**

A manutenção da qualidade final do café dependerá das condições de armazenagem. Nessa fase, os grãos podem mudar de cor, do verde-azulado ao amarelo-claro, conhecido como branqueamento (AFONSO JÚNIOR, 2001). O ambiente deve permanecer com umidade relativa do ar inferior a 70%, com menor temperatura possível e em ambientes com baixa

luminosidade, pois as luzes brancas e violeta-azul influenciam na cor e bebida dos grãos (LOPES et al., 2000; BORÉM, 2008). O teor de umidade ideal dos grãos durante o armazenamento deve ser de 11% para período de armazenamento mais prolongado (TEIXEIRA, 2014).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conjunto de tecnologias disponíveis para os cafeicultores e as capacitações continuadas realizadas nas BPA de campo e pós-colheita têm permitido que cafeicultores do Caparaó e da Região das Montanhas do Espírito Santo atinjam patamares superiores de desenvolvimento econômico, ambiental e social em suas propriedades.

Os recursos disponíveis têm sido mais bem aproveitados para otimização dos processos produtivos. Tecnologias constantemente disponibilizadas como cultivares mais produtivas, resistentes a pragas e mais bem-adaptadas às diferentes regiões agroecológicas de produção do Espírito Santo, sistemas de colheita semimecanizado, uso de implementos mais adaptados às condições declivosas, microterraceamento para lavouras implantadas e em implantação, manejo da vegetação e cobertura do solo, podas adequadas à arquitetura das cultivares e às regiões de cultivo, corretas adubações químicas e orgânicas utilizadas no sistema produtivo têm permitido elevar a produtividade e melhorar a ergonomia do processo produtivo.

Para se preservar o potencial das diferentes qualidades de bebida, ressaltando seus diferenciados sabores e aromas, é necessário se observar o adequado ponto de colheita, utilizar tecnologias para pós-colheita do café adaptadas a diferentes altitudes de produção, como formas e tempos diferentes para fermentação de diferentes tipos de café, além de usar sistema protegido para secagem dos grãos.

Capacitações continuadas em diversos pontos específicos das BPA de pós-colheita como tecnologia para produção dos tipos mais adequados de café adaptadas às diferentes realidades regionais e locais, treinamentos em classificação, degustação e ponto

de torra para café moído e expresso têm permitido ao cafeicultor do Espírito Santo melhor comercializar seus diferentes cafés para diferenciados mercados nacionais e internacionais, com redes varejistas ou diretamente para os consumidores.

A terceira onda do café tem tido significativa influência no aumento do consumo de cafés especiais, marcando a mudança de percepção dos consumidores e proporcionando experiências complexas na degustação de cafés de diferentes origens, aromas e sabores. Isso tem permitido agregação significativa de valor aos cafés especiais de diferentes regiões, através de vendas diretas de micro e nanolotes de café às cafeterias e do produto processado diretamente ao consumidor.

Atingir patamares superiores de sustentabilidade é um processo contínuo e dependente da aceitação global pelos diferentes atores envolvidos, sejam eles os cafeicultores, técnicos das iniciativas públicas e privadas, degustadores, empresas comerciais de insumos, compradores, baristas, entre outros. Somente com a conscientização das partes envolvidas em toda a cadeia, da produção ao consumo, e remuneração adequada de cafés superiores, as famílias rurais continuarão com estímulo para permanecer nas propriedades, produzindo cafés de qualidade cada vez melhor, preservando o meio ambiente e gerando emprego e renda no meio rural do Caparaó e da Região das Montanhas do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS

- ABIC – Associação Brasileira de Indústria de Café. **Brasil avança na produção de cafés sustentáveis**. 2015. Disponível em: <[http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?topico\\_id=55121](http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?topico_id=55121)>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- AFONSO JÚNIOR, P. C. **Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função da secagem e do armazenamento**. 2001. 373 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- ALVES, E. A.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; ZANDONADI, R. S.; SANTOS, N. T. Análise do efeito da face de exposição das plantas de café ao sol sobre a produção e maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Anais...** Rio de Janeiro: Mapa/Procafé, 2004. p. 121-122.
- ALVES, E. L.; PEREIRA, F. A. C.; DALCHIAVON, F. C. Potencial econômico da utilização de micro-terraceamento em lavouras de café: um estudo de caso. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 24-38, 2017. DOI: 10.22167/r.ipecege.2017.1.24.
- ANGELETTI, M. P.; LAURETT, L.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; COSTA, H.; FIDELES, T. V.; GOMES, S. A.; MUNIZ, E. S. **Qual futuro queremos para nossas terras agrícolas? E para o meio ambiente?** Santa Maria de Jetibá: STRSMJ/ Incaper, 2019. 15 p. (Série Calendários Temáticos, 9).
- ANGELETTI, M. P.; SOUZA, J. L.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; COSTA, H.; FAVARATTO, L. F.; MUZZI, E. M.; MUNIZ, E. S.; LAURETT, L.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; GUARÇONI, A. **Espécies vegetais para cobertura de solo: guia ilustrado**. Vitória: Incaper, 2018. 76 p. (Circular Técnica, 07-I, Incaper).
- ARAUJO, I. Z. C. V. F. **Produtividade de cafeeiros adubados com fertilizantes orgânicos em consórcio com adubos verdes**. 2015. 65 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2015.
- ARAUJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J.; GUIMARAES, R. J.; CARVALHO, J. G. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na nutrição do cafeeiro em formação: teores foliares. In: SIMPOSIO SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFES CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindoia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. 5 p.
- ARAUJO, J. B. S.; RODRIGUES, M. C.; RODRIGUES, L. B.; SANTOS, R. H. S.; MARTINEZ, H. E. P. Nitrogen fertilization of coffee: organic compost and *Crotalaria juncea* L. **Revista Ceres**, v. 60, n. 6, p. 842-851, 2013.
- ARAUJO, J. B. S.; RODRIGUES, L. B.; RODRIGUES, M. C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Adubação nitrogenada em cafeeiros com biomassa de feijão-de porco. **Coffee Science**, v. 9, n. 3, p. 336-346, 2014.
- BALOTA, E. L.; CHAVES, J. C. D. Microbial activity in soil cultivated with different summer legumes in coffee crop. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 1, p. 35-44, 2011.
- BARBOSA, J. N.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; ALVARENGA, A. A.; ALVES, H. M. R. Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 5, p. 181-190, 2012.
- BENASSI, V. L. R. M. **A broca do café**. Vitória, ES: Emcapa, 1989, 63 p. (Emcapa, Documentos, 57).
- BORDIN, B. C. M.; RONCHI, C. P.; CAMPOS, A. A. V.; MIRANDA, F. R.; BATISTA, L. B.; RIBEIRO, A. J.; MEWES, W. L. C. Respostas produtivas de lavoura de primeira safra às colheitas manual e mecanizada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais ...** Vitória, 2019.
- BORÉM, F. M. **Protocolo de identidade, qualidade e rastreabilidade para embasamento da indicação geográfica dos cafés da Mantiqueira**. Lavras: Editora da Ufla, 2012.

- BORÉM, F. M. Secagem de café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras, MG: Editora da Ufla, 2018.
- BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; CARVALHO, G. R.; CARVALHO, A. M.; ANDRADE, V. T.; BARBOSA, C. R. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1404-1411, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2010001200010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2010001200010&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 16 out. 2019. doi: 10.1590/S0100-204X2010001200010.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; VENEGAS, V. H. A.; DESSAUNE FILHO, N.; LANI, J. A.; FONSECA, A. F. A. da; SIVEIRA, J. S. M. da. Nutrição e adubação do café – *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em latossolo amarelo coeso. II. Zinco- Boro-palha de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO PESQUISA CAFEIEIRA, 21., 1995, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu: PROCAFE, p. 110-111, 1995. p. 110-111.
- BRANDO, C. H. J. Harvesting and green coffee processing. In: **Coffee: growing, processing, sustainable production**. Wiley, 2004. p. 605-714.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Cereal grain drying**. Westport: AVI Publishing, 1974. 398 p.
- BSCA. Associação Brasileira de Cafés Especiais. **O que é café especial?** 2018. Disponível em: <<http://www.bsca.com.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2019.
- CANAL DO PRODUTOR [CNA]. 2015. **Micro-terraceamento em café, você conhece?** Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/artigos/micro-terraceamento-em-cafe-voce-conhece>>. Acesso em: 6 jun. 2018.
- CARDOSO, R. G. S. **Período da consorciação da lablabe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoerada**. 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; BOTELHO, C. E., OLIVEIRA, A. C. B.; REZENDE, J. C.; REZENDE, R. M. Desempenho agrônômico de cultivares de café resistentes à ferrugem no estado de Minas Gerais, Brasil. **Bragantia**, v. 71, p. 481-487, 2012.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; BOTELHO, C. E.; OLIVEIRA, A. C. B.; REZENDE, J. C.; REZENDE, R. M. Desempenho agrônômico de cultivares comerciais de café resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 481-487, out./dez. 2012.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. Z.; CARVALHO, C. E. B.; GONÇALVES, F. M. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, mar. 2010.
- CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Embrapa Café, 2008. 334 p.
- CARVALHO, D. C.; BRIGAGÃO, M. R. P. L.; SANTOS, M. H.; PAULA, F. B. A.; GIUSTI-PAIVA, A.; AZEVEDO, L. Organic and conventional *Coffea arabica* L.: A comparative study of the chemical composition and physiological, biochemical and toxicological effects in wistar rats. **Plant Foods Hum. Nutr.**, v. 66, p. 114-121, 2011.
- CARVALHO, J. P. F. Seleção de Progêneses de cafeeiro derivados de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor. **Coffee Science**, v. 7, n. 3, p. 215-222, set./dez. 2012.
- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, v. 11, p. 79-92, 1985.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2018. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Café**. v. 5, safra 2018, N.2- Segundo levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 6 jun. 2018.
- DA MATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa, MG, 2002. p. 93-136.
- DE MUNER, L. H. El café Conilon en la agricultura familiar de Espírito Santo, Brasil: Bases para evaluar su sostenibilidad. In: ENCUESTRO DE ESTUDIANTES Y EX-ALUMNOS DEL “INSTITUTO DE SOCIOLOGÍA Y ESTUDIOS CAMPESINOS” ISEC – Universidad de Córdoba, p. 33 -40, 2008. Disponível em: <<http://rediseconproject.org/IMG/pdf/Libro09122008.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- DE MUNER, L. H. **Sostenibilidad de la cafeicultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar em el Estado de Espírito Santo-Brasil**. 2012. 262 f. Tese (Doctorado Recursos Naturales y Sustentabilidad) - Universidad de Cordoba-UCO, Córdoba, España, 2012.
- DE MUNER, L. H.; CAPORAL, F. R.; FORNAZIER, M. J.; RONCA, P. P. F.; BRANDO, J. A. P.; PADOVAN, M. P. Cafeicultura Sustentável do Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Org.). **Café conilon**. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 621-653.
- DE MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, F. T.; MARTINUZZO, M. B.; KROLING, C. A.; SOUZA, M. F.; SOUSA, D. G.; LIMA, T. L. B.; HASSEM, A. P.; CATHERINGER, C. O.; CARVALHO, E. V.; PASCHOALINO, R. S.; CELESTINO, R. C.; PAULA, E.; SANTOS, J. M.; LAZZARINI, A. L.; OLIVEIRA, J. M. S.; VENTURINI, C. F.; RESENDE, L. A.; JESUS, A. C.; OLIVEIRA-JR, A. O. ROSSI, V. S. FERREIRA, C. C.; MARION, W. H. S.; RODRIGUES, A. Marco referencial inicial da adequação produtiva e socioambiental de propriedades cafezeiras de arábica no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018. p. 241-242.
- DE MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; SCHIMIDT, H. C. Características da cafeicultura de arábica de base familiar no Espírito Santo: aspectos sociais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 35., 2009, Araxá. **Anais...** Araxá-MG: CBPC, 2009. p. 279-280.

- DE MUNER, L. H.; MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M. **Manejo da broca do café**: Vitória, ES: Emcaper, 2000. 6 p. (Incaper. Documentos, 104).
- DE MUNER, L. H.; MASERA, O.; FORNAZIER, M. J.; SOUZA, C. V.; LORETO, M. D. S. Energetic sustainability of three arabica coffee growing systems used by family farming units in Espírito Santo state. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 397-405, 2015.
- DONNA, J. U.; FORNAZIER, M. J.; CARNIELLI, P.; MELLO, E. V.; ZANDONADE, B. C.; NASCIMENTO, R. C. Marco referencial da implantação dos critérios sócio-ambientais para propriedades de base familiar nas Montanhas do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 34., 2008. **Anais...** Caxambu, MG: CBPC, 2008. p. 112-114.
- DONNA, J. U.; MELLO, MELLO, E. V.; ZANDONADE, B. C.; NASCIMENTO, R. C.; CARNIELLI, P.; FORNAZIER, M. J. Critérios mínimos de adequação de propriedades de base familiar para a implantação da certificação fairtrade: uma proposta para cooperativas de pequenos produtores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 33., 2007. **Anais...** Lavras, MG: CBPC, 2007. p. 152-153.
- ENSEI, N. **A altitude, a densidade e o casco duro**, 2018. Disponível em: <<http://www.thecoffeetraveler.net/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- EUTRÓPIO, F. J.; KROHLING, C. A. Fertilidade do solo em lavouras de café arábica com e sem terraço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018.
- FAGAN, E. B.; SOUZA, C. H. E.; PEREIRA, N. M. B.; MACHADO, V. J. Effect of time on coffee bean (*Coffea* sp) growth in cup quality. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, sept./oct. 2011.
- FAZUOLI, L. C.; TOMA-BRAGHINI, M.; SILVAROLLA, M. B.; OLIVEIRA, A. C. B. A ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 48-53, 2007.
- FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R.G.F.A.; PINTO, N.A.V.D.; NERY, M.C.; PÂDUA, F.R.M. 2003. Chemical evaluation and aqueous extract of roasting coffees (*Coffea arabica* L.) and conilon (*Coffea canephora* Pierre). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, out. 2003.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; RIVA-SOUZA, E. M.; GUARÇONI, R. C.; MORELI, A. P.; CALIMAN, L. F. Comportamento de café arábica em diferentes densidades de plantio no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009. Vitória. **Anais ...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2009.
- FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, F. T.; DONNA, J. U.; DE MUNER, L. H.; PAULA, E. Adequação sócio-ambiental de propriedades de base familiar para certificação Fair Trade nas montanhas do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 35., 2009, Araxá. **Anais...** Araxá-MG: CBPC, 2009. p. 280-281.
- FORNAZIER, M. J.; BENASSI, V. L. M. R.; ARLEU, R. J.; MARTINS, D. S.; FONSECA, A. F. A.; DE MUNER, L. H. Manejo da broca do café. Vitória, ES: Emcaper, 2000. 6 p. (Incaper. Documentos, 104).
- FORNAZIER, M. J.; DONNA, J. U.; ALIXANDRE, F. T.; PAULA, E. Adequação sócio-ambiental de propriedades de base familiar associadas à COOABRE - MONTANHAS DO ESPÍRITO SANTO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 34., 2008, Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: CBPC, 2008. p. 190-191.
- FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; FANTON, C. J.; BENASSI, V. L. R. M. Manejo de Pragas do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A.; DE MUNER, L. H. (Org.). **Café Conilon**. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 399-433.
- GALEANO, E. V.; KROHLING, C. A. Avaliação de custo de produção e viabilidade econômica do café arábica no Espírito Santo considerando colheita manual e semimecanizada. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 56., 2018, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: SOBER, 2018.
- GIOMO, G. S.; BOREM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, p. 7-16, 2011.
- GUERREIRO-FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; CARVALHO, C. H. S.; FAZUOLI, L. C. Características utilizadas para a identificação de cultivares de café: In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 141-156.
- GUIMARÃES, E. R. **Terceira onda do café**: base conceitual e aplicações. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Gestão de Negócios, Economia e Mercados, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2016.
- HARDOIM, P. C.; BORÉM, F. M.; HARDOIM, P. R.; ABRAHÃO, E. J. Secagem de café cereja, boia e cereja desmucilado em terreiro de concreto, de lama asfáltica, de chão batido e de leite suspenso em Lavras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2001. p. 126-128.
- KROHLING, C. A.; DE MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, F. T.; SOUZA, M. F.; PERINNI, J. L. Transferência de tecnologia para a sustentabilidade da cafeicultura do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018a.
- KROHLING, C. A.; LANI, J. A.; SOUZA, G. S.; APOSTÓLICO, M. A. Colheita semimecanizada de café arábica na Região das Montanhas Capixaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018b.
- KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B. ALMEIDA, S. R.; KROHLING, C. C. K. Vigor e produtividade de cultivares de café nas Montanhas do ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG: CBPC, 2017.

- KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; EUTRÓPIO, F. J.; CARVALHO, C. H. S. Adaptation of progênies/cultivars of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in mountainous edafoclimatic conditions. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 198-209, abr./jun. 2018c.
- KROHLING, C. A.; SOBREIRA, F. M. Tipos de podas e produtividade da lavoura microterraceada de café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018.
- LOPES, R. P.; HARA, T.; SILVA, J. S.; RIEDEL, B. Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café beneficiados (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 9-17, 2000.
- MAGALHÃES, G. M. F. Análise da eficiência de terraços de retenção em sub-bacias hidrográficas do Rio São Francisco. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 7, n. 10, p. 1109-1115, 2013. doi: 10.1590/S1415-43662013001000013.
- MARTINEZ, H. E. P.; TOMAZ, M. A.; SAKIYAMA, N. S. **Guia de Acompanhamento das aulas de cafeicultura**. Viçosa: UFV, 2007. 152 p.
- MATIELLO, J. B., SANTINATO, R., GARCIA, A. W. R., ALMEIDA, S. R., FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro, RJ e Varginha, MG: Mapa/Procafé, 2016, 584 p.
- MATIELLO, J. B.; SILVA, W. J.; AGUIAR FILHO, E. C.; ARAÚJO, R. A. Efeito da face de exposição do cafeeiro na produtividade e na qualidade dos frutos na região de Pirapora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 01-02.
- MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 2008. v. I, p.79-101.
- MICHELI, G. La seca del café como factor de calidad café descascado y secado em parihuela. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTORA, 19., 2000, San José, Costa Rica. **Anales...** San José: ICAFE; IICA/PROMECAFE, 2000. p. 55-60.
- MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; SOUZA, H. N.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S.; PERTES, J. Pesquisa em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: Epamig, v. 26, n. 229, p. 46-75, 2005.
- PIMENTA, C. J. **Qualidade de café**. 3. ed. Lavras: Editora UFLA, 2003.
- PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na região de Lavras-MG. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, p. 1481-1491, dez. 2002. (Edição Especial).
- PINTO, M. F.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; ANDRADE, V. T.; CARVALHO, J. P. F. Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de ‘Catuaí’ com ‘Icatu’ e Híbrido de Timor. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 215-222, set./dez. 2012.
- PUERTA-QUINTERO, G. I. **Factores, procesos y controles en la fermentación del café**. Chinchiná: Cenicafe, 2012. 12 p. (Avances Técnicos, 422).
- RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M.C. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.
- SCAA (SPECIALTY COFFEE AMERICAN ASSOCIATION). **Protocolo para análise sensorial de café**: metodologia SCAA, 2008. Disponível em: <[http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA\\_CuppingProtocols\\_TSC\\_DocV\\_RevDec08\\_Portuguese.pdf](http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- SCHIMIDT, H. C.; MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J. **Cadeia Produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo**. Vitória/ES: Gráfica Espírito Santo, 2004. 52 p. v. 1.
- SCP. Sustainable Coffee Program. **Guia prático de acesso a linhas de crédito para promoção da sustentabilidade dos cafeicultores**. 2. ed. Julho 2015. Disponível em: <<http://www.peamarketing.com.br/pdf/guiapratico.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- SILVA, J. S.; SAMPAIO, C. P.; MACHADO, M. C.; MONACO, P. A. Preparo, secagem e armazenagem. In: SILVA, J. S. (Ed). **Secagem e armazenagem de café**. Viçosa, MG: UFV, CBP&D – Café, 2001. p. 1-60.
- SILVA, V. M.; ALEX TEIXEIRA, F. R.; REIS, E. F.; MENDONÇA, E. S. Yield and nutritional status of the conilon coffee tree in organic fertilizer systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 773-781, out/dez, 2013.
- SOBREIRA, F. M.; KROHLING, C. A.; APOSTÓLICO, M. A.; ROCHA, W. A. Produção pós-esqueletamento de cultivares de café arábica em cultivo adensado no alto Caparaó Capixaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018a.
- SOBREIRA, F. M.; KROHLING, C. A.; APOSTÓLICO, M. A.; ROCHA, W. A. Tamanho dos grãos de cultivares de café arábica, após esqueletamento na Região do Capará/ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca, SP: CBPC, 2018b.
- SOUZA, J. L.; FERRÃO, R. G.; COSTA, H.; FORNAZIER, M. J. **‘ES-204 IMPERADOR’**: nova variedade de milho para a agricultura orgânica e familiar do ES; resgate e seleção de variedades crioulas. Vitória, ES: Incaper, 2018. 6 p. (Documentos, 261).

TEIXEIRA, A. A.; REGINA, A.; TEIXEIRA, R.; REIS, M.; BASSOLI, D.; PALÁCIOS, H. **Secagem e teor de umidade na qualidade do café “espresso”**. 2014. 16 p. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7667/Secagem%20e%20teor%20de%20umidade%20na%20qualidade%20fisica%20e%20sensorial%20do.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

THOMAZIELLO, R. A.; PEREIRA, S. P. **Boletim técnico IAC 203: poda e condução do cafeeiro arábica**. Campinas, São Paulo: Instituto Agrônômico de Campinas [IAC], 2008.

TRISTÃO, F. A.; FORNAZIER, M. J. **Recomendações para produção de cafés arábicas especiais**. 2019. Disponível em: <<http://www.revistaprocampo.com.br/>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

TRISTÃO, F. A.; GUARCONI, R. C.; SOUSA, D. G.; MARTINUZZO, M. B.; TEOFILO FILHO, P. P. Qualidade de bebida e tempo de secagem de diferentes tipos de café secos em terreiro de concreto com cobertura e sem cobertura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais ... Serra Negra**, SP: CBPC, 2016.

TRISTÃO, F. A.; SOUSA, D. G.; TEOFILO, P. P.; KROHLING, C. A.; DIAS, R. S.; FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, R. D.; FORNAZIER, M. L. Qualidade e tempo de secagem do café arábica em ambiente coberto com diferentes formas de revolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 48., 2018, Franca. **Anais... Franca**, SP: CBPC, 2018. p. 153-154.

TRISTÃO, F. A.; ULIANA, L. T. S.; SOUSA, D. G.; TEOFILO FILHO, P. P.; KROHLING, C. A.; DIAS, R. S.; FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, R. D.; FORNAZIER, M. L. Qualidade de bebida e tempo de secagem de diferentes tipos de café secos em terreiro de concreto com cobertura e sem cobertura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais ... Serra Negra**, SP: CBPC, 2016.

TRISTÃO, F. A.; ULIANA, L. T. S.; SOUSA, D. G.; TEOFILO, P. P.; KROHLING, C. A.; DIAS, R. S.; FORNAZIER, M. J.; ALIXANDRE, R. D.; FORNAZIER, M. L. 2017. Qualidade de bebida e tempo de secagem de diferentes tipos de cafés secos em terreiro de concreto com cobertura plástica e sem cobertura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 47., 2017, Poços de Caldas. **Anais... Poços de Caldas**: CBPC, 2017. p. 256-257.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. Piracicaba: Ceres, 2005. p. 165-180. v. 2.