

## ARTIGO DE REVISÃO

### A MODERNA CAFEICULTURA DOS CERRADOS BRASILEIROS<sup>1</sup>

André Luís Teixeira Fernandes<sup>2</sup>, Fábio Luiz Partelli<sup>3</sup>, Robson Bonomo<sup>3</sup>, Adelmo Golynski<sup>4</sup>

#### ABSTRACT

THE MODERN COFFEE PLANTING  
IN THE BRAZILIAN SAVANNAH

The Brazilian coffee planting presents a great importance in the creation of job opportunities, resources, and exchange value, being very diversified, with local particularities. The Brazilian Savannah covers more than 200 million ha, distributed along the States of Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão, and Distrito Federal, and has reached a yield of more than 5 million bags per year, mainly for *Coffea arabica* L. The coffee growing, in that region, stands out for presenting yield above the national average and for using, in a more efficient way, agricultural inputs, irrigation, improved varieties, and mechanization, among other practices. The irrigated coffee crop, in Brazil, covers 240,000 ha, most of these in the Brazilian Savannah, representing 10% of the total planted area and 25% of the total coffee yield. The most used irrigation systems are the sprinkler ones (conventional, net sprinkler, and center pivot) and the located ones (dripping and modified). Its climate favours coffee quality, as it allows harvesting under low air humidity conditions, since rainfall is concentrated in the summer. It is also observed, in the Brazilian Savannah areas, higher insolation rates, mainly in the autumn and winter months, favorable to yield and quality. The most planted varieties are the Catuaí and Mundo Novo ones, along with other promising drought and diseases resistant materials.

KEY-WORDS: *Coffea arabica* L.; irrigation; mechanization.

#### RESUMO

A cafeicultura brasileira apresenta grande importância na geração de empregos, recursos e divisas, sendo bastante diversificada, com particularidades regionais. O Cerrado brasileiro abrange mais de 200 milhões de hectares, distribuídos nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal, e tem se destacado com produção superior a 5 milhões de sacas por ano, principalmente de *Coffea arabica* L. A cafeicultura, nesta região, é caracterizada por apresentar produtividade acima da média nacional e utilizar, de maneira mais eficiente, insumos agrícolas, irrigação, genótipos apropriados e mecanização, dentre outras práticas. A cafeicultura irrigada ocupa, no Brasil, 240.000 ha, estando a maioria desta área localizada em regiões de Cerrado, representando mais de 10% da área e mais de 25% da produção de café total no País. Os sistemas de irrigação mais utilizados são os de aspersão (convencional, em malha e pivô central) e os localizados (gotejamento e modificados). O clima é favorável à qualidade do café, pois, na época da colheita, ocorrem condições de baixa umidade relativa do ar, sendo as chuvas concentradas no verão. Verifica-se, também, nas áreas de Cerrado, maior quantidade de insolação, principalmente nos meses de outono e inverno, também favorável à produtividade e qualidade. As variedades mais plantadas são do grupo Catuaí e Mundo Novo, tendo sido, também, introduzidos outros materiais promissores, com relação à produtividade e resistência à seca e a doenças.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L.; irrigação; mecanização.

#### INTRODUÇÃO

##### *O Cerrado*

O Cerrado brasileiro é um ambiente muito peculiar, por apresentar, em sua constituição, desde campos abertos até formações densas de florestas. Este bioma ocupa, predominantemente, o Planalto

Central brasileiro, com 206 milhões de hectares, equivalendo a cerca de 23% do território nacional e constituindo o segundo maior bioma do País, distribuído, principalmente, nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão, São Paulo e Distrito Federal (IBGE 2010). Possui, também, ligações com outros biomas existentes no País,

1. Trabalho recebido em jan./2011 e aceito para publicação em jun./2012 (nº registro: PAT 12395).

2. Universidade de Uberaba, Coordenação de Engenharia Ambiental, Uberaba, MG, Brasil. *E-mail*: andre.fernandes@uniube.br.

3. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, São Mateus, ES, Brasil. *E-mails*: partelli@yahoo.com.br, robson.bonomo@gmail.com.

4. Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, Brasil. *E-mail*: agolynski@yahoo.com.br.

como o Pantanal, Floresta Amazônica, Caatinga e Mata Atlântica.

O Cerrado é caracterizado por apresentar duas estações bem definidas (inverno seco e verão chuvoso), com precipitação média anual de cerca de 1.500 mm. O período seco varia de quatro a sete meses e as chuvas concentram-se de outubro a março (Nimer & Brandão 1989). A temperatura média situa-se em torno de 22-27°C, com a média das máximas variando pouco, no decorrer dos meses. Contudo, no inverno, a variação média da temperatura (dia/noite) é superior a 12°C.

Os solos apresentam grande variação, em suas características morfológicas e físicas, porém, o solo predominante (cerca de 54%) compõe-se de latossolos, geralmente pobres em nutrientes (principalmente fósforo), muito intemperizados, com baixa capacidade de troca de cátions e elevada acidez e toxidez de Al (Malavolta & Kliemann 1985).

Os relevos planos e suave-ondulados predominam em 70% da superfície, e as boas condições de drenagem, em 89% dos solos do Cerrado, favorecem o uso de mecanização, permitindo o cultivo em grandes áreas (Silva et al. 2003).

A região apresenta grande riqueza em espécies (mais de 10 mil espécies vasculares), incluindo, aproximadamente, 18% das plantas, 52% das aves e 20% dos invertebrados da biodiversidade brasileira (Queiroz 2009).

### *O café*

O gênero *Coffea* é representado por mais de 100 espécies, destacando-se a *C. arabica* e *C. canephora* (Davis et al. 2006), devido às suas características comerciais. A safra brasileira de 2011 foi de 32,19 milhões de sacas de *C. arabica* e 11,30 milhões de *C. canephora*, em área total de 2,28 milhões de hectares, com 5,66 bilhões de cafeeiros em produção e formação (Conab 2012).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, tendo exportado, em 2011, mais de 30 milhões de sacas, equivalentes a 8,7 bilhões de dólares de divisas, sendo responsável por 3,4% do total das exportações brasileiras (Brasil 2012).

O café Arábica é originário das florestas tropicais da Etiópia, Quênia e Sudão, em altitudes de 1.500-2.800 m. Nestas regiões, a temperatura do ar apresenta pouca variação sazonal, com média anual variando entre 18°C e 22°C. A precipitação é bem

distribuída, variando de 1.600 mm a 2.000 mm, com estação seca estendendo-se por três a quatro meses e coincidindo com o período mais fresco (Camargo 2010). As temperaturas do ar entre 18°C e 23°C são próprias para a espécie (Camargo 1985).

O cafeeiro Conilon foi observado em seu estado selvagem entre o Gabão e a embocadura do Rio Congo, tendo seu primeiro cultivo comercial ocorrido em 1870, em solos do Congo (Davis et al. 2006). É cultivado, predominantemente, em áreas de menor altitude, obtendo-se elevado crescimento, quando a média da temperatura mínima do ar é superior a 17°C e a média das temperaturas máximas inferior a 31,5°C (Partelli et al. 2010b).

### *O café do Cerrado*

A produção de café no Cerrado brasileiro ocorre de forma significativa, tendo o Estado de Minas Gerais produzido 4 milhões de sacas de café Arábica, em 2011, a Bahia 429 mil sacas e Goiás 330 mil sacas (Conab 2012). Ocorre produção, também, em outros Estados, contudo, menos representativa, em comparação aos Estados citados.

Para a produção de café Arábica, são recomendadas áreas com altitude variando entre 800 m e 1.300 m, podendo ser dotadas de irrigação, em função do regime de chuvas.

Percebe-se, nitidamente, que a produtividade média do Cerrado é bem superior à média brasileira, a qual, em 2011, foi de 21,15 sacas<sup>-1</sup> ha. O Cerrado mineiro apresentou média de 24,83 sacas<sup>-1</sup> ha e o Cerrado baiano 37,12 sacas<sup>-1</sup> ha (Conab 2012). Esta maior produtividade está associada, principalmente, a uma cafeicultura moderna, com utilização apropriada de irrigação, mecanização (topografia favorável) e adubação, dentre outras práticas agrícolas que serão abordadas nesta revisão.

A definição das estações climáticas, com verão quente e úmido e inverno ameno e seco (condições importantes para a produção de excelente qualidade de café), constitui-se no grande trunfo do Cerrado. Esta condição climática ocorre pelo fato de o Cerrado estar em área continental, o que possibilita padrões de chuva diferentes dos que ocorrem em outras regiões produtoras de café, no Brasil, que sofrem influência direta das massas oceânicas. Em 2005, foi reconhecida como a primeira denominação geográfica de café do Brasil e do mundo, segundo normas da Organização Mundial de Propriedade Intelectual

(OMPI), ganhando, assim, *status* semelhante ao das mais famosas regiões produtoras de vinho (Café do Cerrado 2010).

As médias de produtividade do café do Cerrado são ainda maiores, quando se utiliza a irrigação. A irrigação tem proporcionado resultados altamente positivos na produtividade das lavouras, seja nas já existentes, recuperando-as de 10 a 15 para 30 a 35 sacas por hectare, seja nas novas, com média de 45 a 55 sacas anuais por hectare (Santinato et al. 2008). Desta forma, tem sido observado que a irrigação é cada dia mais usada pelos cafeicultores do Cerrado e do Brasil.

O café, no Cerrado, é caracterizado, também, por apresentar alta qualidade, devido, além de outros fatores, às condições climáticas favoráveis, principalmente na época da colheita, quando o clima é mais seco, com baixa umidade do ar, evitando riscos de fermentação dos frutos nas plantas e/ou após a colheita, com os devidos cuidados do cafeicultores. Além disto, o manejo da irrigação pode favorecer floradas uniformes e, conseqüentemente, maturação mais uniforme.

O Cerrado possui áreas de 700 m a 1.300 m de altitude com plantios de cafeeiro Arábica, devido ao fato de apresentarem condições favoráveis ao cultivo com irrigação (Assad et al. 2004). Também possui áreas potenciais para o cultivo do cafeeiro Conilon, já que esta espécie é mais tolerante a altas temperaturas, que são uma das limitações citadas pelos autores no zoneamento do cafeeiro Arábica, em parte do Cerrado. Além disto, estudos realizados por Assad et al. (2004) indicam que, caso venha a ocorrer aquecimento médio de 1°C ou 3°C, diversas áreas favoráveis ao cafeeiro Arábica deixariam de ser próprias para o cultivo desta espécie e se tornariam aptas ao cultivo de café Conilon. Segundo relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, nas áreas tropicais do Brasil, a temperatura pode aumentar de 1,1°C a 6,4°C e a quantidade de chuvas em 15% (Sivakumar & Stefanski 2008).

A limitação do café Conilon está associada à baixa temperatura, nas áreas de maior altitude. Porém, devido à grande diversidade genética do café Conilon (Fonseca et al. 2006), este apresenta diferentes mecanismos de tolerância a baixas temperaturas (Partelli et al. 2010a, 2011), o que possibilita sugerir que esta espécie pode ser cultivada em muitas áreas do Cerrado.

## VARIEDADES APTAS PARA O CULTIVO NO CERRADO

A escolha da variedade e da linhagem deve ser feita concomitantemente à definição do espaçamento, manejo planejado e, evidentemente, das condições climáticas, já que a variedade e a linhagem interagem com o ambiente de forma significativa.

As características que têm sido observadas para o plantio do café no Cerrado são o vigor, capacidade produtiva, boa qualidade dos frutos e grãos e, se possível, que apresente tolerância às principais pragas e doenças.

As variedades comerciais atualmente mais plantadas no Cerrado são a Mundo Novo e a Catuaí (susceptíveis à ferrugem) e, gradativamente, necessitando de maiores estudos, estão sendo introduzidos materiais resistentes e/ou tolerantes, com destaque para a Catuaí (Tabela 1). Também susceptíveis à ferrugem, vêm sendo introduzidas a Rubi, Topázio e Ouro Verde. É importante adotar combinações de quadras ou lavouras, em uma mesma propriedade, que favoreçam a colheita, embora as irrigações em áreas quentes permitam programar as floradas e, conseqüentemente, a colheita (Matiello et al. 2010).

Os espaçamentos utilizados no Cerrado são os que permitem plantio renque-mecanizado, com 2,5-4,5 m entre as linhas e 0,5-1,0 m entre as plantas. Estes espaçamentos facilitam o trânsito do maquinário, viabilizando os tratos e a exploração em maior escala.

## ASPECTOS CLIMÁTICOS

A cultura do café é, normalmente, afetada, nas suas fases fenológicas, pelas condições ambientais, como variação fotoperiódica, altitude e latitude, que originam diferentes condições meteorológicas, interferindo, principalmente, na distribuição pluviométrica e temperatura do ar, com reflexos não apenas na fenologia, mas, também, na produtividade e qualidade da bebida.

A fenologia do cafeeiro Arábica foi definida para as condições tropicais do Brasil e relacionada a condições agrometeorológicas de cada ano (Camargo & Camargo 2001). Esta esquematização é útil para racionalizar as pesquisas e observações na cafeicultura. Com isto, possibilita identificar as fases que exigem água disponível no solo e aquelas nas quais se torna conveniente ocorrer pequeno estresse hídrico,

Tabela 1. Principais cultivares de café Arábica plantadas no Cerrado.

Região	Cultivares
Quente (todos os meses do ano, com temperatura mensal média superior a 19°C)	Catuai Vermelho IAC 144, IAC 44 e IAC 99 Catuai Amarelo IAC 86, IAC 62 e IAC 47 Catucaí Vermelho MA 36/6, MA 20/15 e 785-15 Catucaí Amarelo MA 7/21 e MA - 25 L
Média (2 meses do ano, geralmente junho e julho, com temperaturas médias inferiores a 19°C)	Catuai Vermelho IAC 144, IAC 44, IAC 81, IAC 99 e IAC 15 Catuai Amarelo IAC 86, IAC 62, IAC 47, IAC 39 e IAC 100 Catucaí Vermelho MA 36/6, MA 785-15 e MA 20/15 Catucaí Amarelo MA 7/21 e MA 2 SL Tupi 1669 - 33 Acaiaí 474 - 19 Topázio Rubi
Fria (4 meses do ano, geralmente maio, junho, julho e agosto, com temperaturas médias inferiores a 19°C)	Mundo Novo IAC 379-19, IAC 515-3, IAC 515-11 e IAC 515-20 Acaiaí 474-19 Icatu Amarelo 3282, esta para sistemas que não sejam irrigados por pivô (convencional ou LEPA) Catuai Vermelho IAC 144, IAC 99, IAC 15 e IAC 51 Catuai Amarelo IAC 86, IAC 100 e IAC 47

Fonte: Santinato et al. (2008).

para condicionar uma abundante e uniforme florada.

Segundo Camargo (1987), nas condições da região Centro-Sul, o déficit hídrico, na fase de chumbinho (outubro a dezembro), atrasa o crescimento dos frutos e reduz a produtividade. O tamanho final do grão cereja depende, acentuadamente, da precipitação ocorrida de 10 a 17 semanas após o florescimento, período, este, considerado de expansão rápida do fruto. A expansão celular, que delimita o tamanho do fruto, é sensível ao déficit hídrico (Rena & Maestri 1986).

Na fase de maturação e abotoação, de abril a junho, o déficit hídrico não afeta a maturação dos frutos já formados e nem a produtividade do ano, porém, prejudica a abotoação e a frutificação do ano seguinte. Já na fase de dormência dos botões florais, de julho a setembro, a deficiência hídrica pode ser até benéfica, pelo fato de condicionar florescimento abundante, após chuvas ou irrigações, resultando em frutificação e maturação uniformes, na safra seguinte (Camargo 1987).

A temperatura, bem como o regime hídrico, constitui-se em um dos fatores mais importantes para definir a aptidão climática do cafeeiro, em cultivos comerciais. A aptidão térmica é dada por faixas de temperatura média anual (médias históricas), classificadas em ideal, apta e inapta para proceder ao zoneamento agroclimático do cafeeiro no Brasil, com base na experimentação e na prática de cultivo (Santinato et al. 2008).

Estudos de diferentes regiões cafeeiras do Brasil e do mundo indicam que o cafeeiro Arábica

suporta até 150 mm ano<sup>-1</sup> de déficit hídrico, se este período não se prolongar até o mês de setembro. Portanto, para que suporte este déficit, há necessidade de irrigação (se não ocorrer chuva), no início de setembro, depois de um déficit hídrico de 70 a 109 dias, que irá favorecer, significativamente, a produção uniforme de frutos cereja (Mera et al. 2011). Também, devem ser observadas se as condições de solo (textura e profundidade) são adequadas, ou seja, se tratam-se de solos profundos e argilosos, já que, em solos rasos e arenosos, o cafeeiro não suporta este déficit, devido ao fato de a capacidade de água disponível no solo ser menor.

Figueroa et al. (2000) realizaram estudo na Guatemala, com a intenção de demonstrar que a qualidade do café Arábica seria determinada pelas condições climáticas, e estas, por sua vez, definidas pela altitude, latitude e regime de chuvas. Os autores relataram que os cafés Arábica lavados caracterizam-se por baixa acidez e aroma intenso, como é o caso dos originários da Guatemala, Costa Rica, Quênia, Etiópia e Tanzânia, porém, cada um apresenta características peculiares de cada país, dentro de suas zonas cafeeiras.

Sob o aspecto fisiológico, nas pré-floradas, quando os botões florais já alcançaram de 4,0 mm a 6,00 mm de comprimento, tem sido observado, em condições de campo, que a baixa umidade relativa do ar provoca desidratação dos botões do café Arábica, principalmente em regiões com temperatura entre 20°C e 23°C. Nestas condições, os botões florais ad-

quirem cor de “palha-de-arroz” e caem, com perdas elevadas de produtividade. Para estas situações, a irrigação (por aspersão ou localizada) poderá mitigar o problema, quando realizada desde o início da diferenciação floral, evitando estresses prolongados no período de repouso, ou dormência destes botões florais (Matiello et al. 2010).

O cafeeiro é uma planta com baixa capacidade de absorção de água. Com isto, em condições de baixa umidade relativa do ar, a velocidade de transpiração pode ser maior que a absorção de água, levando à desidratação, mesmo com água disponível no solo. Umidade relativa do ar abaixo de 50%, mesmo com água disponível no solo, pode causar a murcha das folhas do cafeeiro Arábica, notadamente em solos arenosos, em regiões de temperaturas altas (20-23°C), aliadas à ação do vento. Umidade relativa do ar entre 50% e 70% é considerada satisfatória e de 70% a 80% é considerada ideal.

Por outro lado, a umidade relativa do ar muito alta pode facilitar o aparecimento de doenças fúngicas e bacterianas. A umidade do ar, da mesma forma que a temperatura, é um fator incontrolável, por ser macroclimático. Na região cafeeira do Cerrado, por ser de inverno seco, os problemas com o excesso de umidade, na fase de pós-colheita, são minimizados.

Em síntese, pode-se dizer que a região cafeeira do Cerrado apresenta condições climáticas favoráveis à obtenção de altas produtividades de café (Tabela 2). Temperaturas médias na faixa ideal, maior diferença de amplitudes térmicas, regime hídrico definido, menor umidade relativa nas épocas críticas do florescimento, granação, maturação e colheita (Tabela 2), e, fundamentalmente, o alto número de horas de

insolação, nos meses de abril, maio, junho e julho, característico da região, proporcionam condições para uma produção de café com bebidas de baixa acidez e alto sabor adocicado, com característica de achocolatado.

Carvalho et al. (2003) relataram que a escolha de determinada cultivar depende, também, do manejo realizado pelo cafeicultor. Um dos tratos culturais que mais tem influenciado na produção do cafeeiro é a irrigação, e pouco se sabe sobre a resposta de diferentes cultivares, em função da aplicação de água. Neste sentido, Drumond & Fernandes (2004), estudando o cafeeiro sob diferentes sistemas de irrigação, no Cerrado, concluíram que, nas condições de clima e solo de Uberaba (MG), a produtividade da lavoura de sequeiro é baixa, quando comparada com a lavoura irrigada. Nas áreas irrigadas, verificaram-se produtividades 75-137% superiores, em relação à testemunha.

Bonomo et al. (2008), avaliando o efeito da irrigação na produtividade e renda das cultivares de cafeeiro Catuaí IAC 44, Acaíá Cerrado MG 1474, Rubi MG 1192, Topázio MG 1190, Oeiras MG 6851 e Katipó, com a finalidade de identificar a potencialidade da produção de café Arábica nas condições de Cerrado, no sudoeste goiano, verificaram que a irrigação dobrou a produtividade dos cafeeiros, não sendo observadas diferenças significativas entre os métodos de irrigação empregados. A cultivar Katipó apresentou produtividade significativamente superior às demais, mostrando-se promissora para o cultivo na região. A cultivar Acaíá Cerrado MG 1474 foi a que apresentou menor produtividade.

Vários trabalhos comprovam a significância da interação genótipo x ambiente, na tomada de decisão

Tabela 2. Principais características climáticas do Cerrado, para a produção de café.

Variável	Descrição
Precipitação	Característica marcante de distribuição de chuvas concentradas no verão e bem menor no inverno, favorecendo a maturação e colheita do café.
Temperatura	Temperaturas médias de outono (março a junho) mais amenas do que as das demais regiões cafeeiras, favorecendo, desta forma, a maturação mais lenta dos frutos do cafeeiro. A localização mais continental da região do Cerrado mineiro condiciona uma maior amplitude térmica (diferença entre as máximas e mínimas), que favorece, também, a maturação do café.
Insolação	Maior quantidade de insolação, principalmente nos meses de outono e inverno, favorecendo, assim, a maturação e a colheita dos frutos. Desta maneira, evita-se a ocorrência de fermentações deletérias à qualidade da bebida.
Umidade relativa do ar	Valores de umidade relativa do ar mais reduzidos, se comparados às demais regiões cafeeiras tradicionais, demonstrando, assim, uma característica importante, principalmente no período de maturação e colheita. Esta baixa umidade do ar é benéfica para a obtenção de bebida de qualidade superior, permitindo, desta maneira, baixa acidez e sabor achocolatado.

Fonte: Santinato et al. (2008) e Matiello et al. (2010).

sobre qual cultivar deve ser plantada. Carvalho et al. (2006) avaliaram o comportamento de 12 progênies de cafeeiros, resultantes do cruzamento entre Mundo Novo e Catuaí, em diferentes regiões cafeeiras de Minas Gerais. As produtividades médias das progênies apresentaram ampla variação, nos diferentes locais, evidenciando a interação genótipo x ambiente e reforçando a necessidade de novos estudos.

## FISIOLOGIA DO ESTRESSE HÍDRICO EM CAFÉ

No Cerrado goiano, o maior crescimento dos ramos de café Arábica ocorre nos meses de maior precipitação, que coincidem com a primavera/verão (setembro a abril), tendo menor crescimento nos meses de outono e inverno (março a agosto), principalmente em lavouras não irrigadas (Marra et al. 2010). Possivelmente, o comportamento favorável do cafeeiro está associado às boas condições encontradas nos meses quentes e chuvosos. Contudo, o menor desenvolvimento, nos meses frios, pode estar associado, principalmente, às baixas temperaturas, sendo acentuado pelo déficit hídrico.

O cafeeiro apresenta decréscimo acentuado na taxa de crescimento, nos meses com baixas temperaturas (Barros & Maestri 1974, Bauer et al. 1990, Mota et al. 1997, Silva et al. 2004, Amaral et al. 2006, Partelli et al. 2010b). Além disto, as baixas temperaturas podem danificar o sistema radicular (Allen & Ort 2001), dificultando, também, a condutividade hidráulica da água, propiciando o surgimento de lesões e, até mesmo, a morte dos tecidos, ou de toda a folha (Rena et al. 2001).

Nos cafeeiros, baixas temperaturas e déficit hídrico afetam diversos componentes do processo fotossintético, pois reduzem a condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência fotoquímica do fotosistema II, transporte tilacoidal de elétrons, atividade enzimática e o metabolismo do carbono, alterando, ainda, a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos e dos ácidos graxos (Praxedes et al. 2006, Partelli et al. 2009, 2010a, 2011), com intensidades distintas entre diferentes espécies (Campos et al. 2003, Ramalho et al. 2003, Silva et al. 2004), devido, provavelmente, a características morfofisiológicas distintas, como acontece entre as espécies *C. arabica* e *C. canephora* (Carvalho et al. 2001, Partelli et al. 2009, 2010a).

O mecanismo que regula a floração do cafeeiro tem sido atribuído ora a um sinal externo, como,

por exemplo, tensão hídrica ou altas temperaturas, ora a um sinal interno ainda desconhecido, que estaria relacionado com a maturidade das células, ou com níveis hormonais, ou, ainda, ambos. Com chuva, irrigação ou aumento da umidade relativa do ar, ocorreria rápido influxo de água, para os botões florais, em resposta à rápida absorção de água pela folha, processo, este, que estaria envolvido na quebra da dormência, segundo Astegiano (1984). A floração nas plantas compreende uma sequência de eventos morfofisiológicos, que ocorrem da indução floral até a antese, passando pelas fases intermediárias de evocação floral, diferenciação ou iniciação dos primórdios florais e desenvolvimento da flor (Rena & Maestri 1986).

A influência do déficit hídrico, em diferentes épocas após o florescimento, no desenvolvimento dos frutos do cafeeiro foi estudada por Miguel et al. (1976). Estes autores observaram que o período no qual a falta de água foi mais crítica compreendeu-se entre 90 e 120 dias após o florescimento. Este período, em várias regiões cafeeiras do Brasil, geralmente, coincide com os meses de janeiro e fevereiro, evidenciando-se a necessidade de irrigação suplementar, principalmente em áreas com maior probabilidade de ocorrência de veranicos.

Magalhães & Angelocci (1976), medindo, paralelamente, o potencial hídrico dos botões florais e respectivos pares de folhas, observaram que a quebra da dormência de botões florais em cafeeiros, sob irrigação localizada, somente ocorria quando o potencial hídrico das folhas encontrava-se abaixo de -1,2 MPa. Segundo Moraes et al. (2008), a passagem da gema à fase reprodutiva pode ser caracterizada pelos seguintes estádios ou subfases: G1 - nós com gemas indiferenciadas; G2 - nós com gemas intumescidas; G3 - gemas com até 3,0 mm de comprimento; G4 - gemas medindo de 3,1 mm a 6,0 mm de comprimento; G5 - gemas de 6,1 mm a 10,0 mm (coloração verde clara); e G6 - gemas maiores que 10,0 mm (coloração branca). Após o G6, normalmente, ocorre abertura das flores nas primeiras horas da manhã, as quais começam a murchar, no segundo dia, caindo no terceiro.

Bonfim Neto et al. (2007) utilizaram o déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro, no oeste da Bahia, estabelecendo quatro tratamentos, sendo um a testemunha irrigada adequadamente e mais três tratamentos que tiveram o início do déficit hídrico determinado por meio do estádio 2, 3 e 4 do botão floral (Crisoto et al. 1992).

O retorno da irrigação, nestes tratamentos, ocorria quando os mesmos se encontravam com 60-70% dos botões no estágio 4. Os autores concluíram que os tratamentos que tiveram o déficit hídrico iniciado nos estádios 2 e 3 do botão floral apresentaram *status* hídrico foliar na antemanhã de -1,3 MPa e -1,58 MPa, sendo eficientes para uniformizar a florada, no oeste da Bahia, em uma única data. Em trabalho com o mesmo objetivo, conduta e avaliação, estes autores buscaram a uniformização da floração do cafeeiro, em Patrocínio (MG), e concluíram não ser possível uniformizar a florada em uma única data, por não conseguirem abaixar o potencial de água na folha na antemanhã e, portanto, não foi possível sincronizar um percentual elevado de botões florais no estágio 4, antes da primeira chuva, que desencadeou o processo de floração (Bonfim Neto et al. 2007).

Oliveira (2002), avaliando os efeitos de diferentes frequências de irrigação sobre a floração do cafeeiro Catuaí Vermelho, em campo, observou que o número médio de flores acumuladas no tempo foi igual em todas as frequências de irrigação, e que irrigações frequentes, no período “pós-abotoamento” floral, levaram a uma maior desuniformidade na floração. Floradas mais expressivas foram observadas somente após as chuvas.

#### IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO NO CERRADO

Segundo Martins et al. (2007), o plantio de café, no Brasil, está, geralmente, situado em regiões em que as condições climáticas e o balanço hídrico são favoráveis. Regiões com estiagem prolongada foram marginalizadas para a prática da cafeicultura. Porém, com o progresso técnico-científico e a utilização de práticas agrícolas modernas, como a irrigação, estas regiões já estão sendo incorporadas ao plantio de café, tanto para *C. arabica* quanto para *C. canephora*.

A irrigação do cafeeiro tem recebido grande destaque nos últimos anos, sendo tal interesse devido a vários fatores, dentre os quais se destacam a expansão da cafeicultura rumo a novas fronteiras, a evolução das técnicas de irrigação, a diminuição dos custos dos sistemas de irrigação e a mentalidade do cafeicultor no sistema de produção do café, priorizando a eficiência e a qualidade da produção (Soares et al. 2005, Santinato et al. 2008).

O uso da irrigação tem proporcionado a produção de café em regiões com precipitação pluvial bastante aquém das suas necessidades, tendo sido

verificados aumentos consideráveis de produtividade e qualidade da bebida obtida com a lavoura irrigada. Nas regiões consideradas marginais à cafeicultura, muitos plantios efetuados sem o suprimento complementar de água foram seriamente prejudicados. O efeito da irrigação no crescimento vegetativo e na produção do cafeeiro e a melhoria na qualidade da sua produção são bem documentados na literatura, podendo-se, ainda, utilizar esta técnica como condicionante do florescimento e, portanto, da época de colheita (Camargo & Pereira 1994).

Em razão das características climáticas do Cerrado, vários produtores de café têm instalado sistemas de irrigação, para minimizar os riscos de perda de safras por déficit hídrico, em suas lavouras. Basicamente, os sistemas de irrigação para o cafeeiro podem ser divididos em dois grandes grupos: sistemas de irrigação em área total e sistemas de irrigação localizada, que irrigam parte da área do solo onde a cultura está implantada.

#### COLHEITA MECANIZADA

Pelo fato de a cafeicultura nos Cerrados ser desenvolvida em áreas relativamente planas, a mecanização é prática recorrente em, praticamente, todas as etapas da produção, desde o preparo do solo, passando pelos tratamentos culturais, fitossanitários e nutricionais, até chegar à colheita, sendo crescente a cada ano (Ortega & Jesus 2011).

A matéria-prima ideal, para fins de qualidade, é o fruto no estágio de cereja, que mantém *in natura* as características da espécie, variedade e, até mesmo, da linhagem. Um dos processos de colheita utilizados é a derriça no pano, cuja colheita é manual. O outro é a derriça mecânica, cuja colheita é mecanizada. Nestes processos, o café no pano, ou o colhido pela colhedora com recolhedor, é separado do café caído no chão, antes ou durante a colheita.

O café pode ser seco por via seca, sem o prévio descascamento, ou via úmida, sendo descascado e degomado. Depois, ambas as formas são encaminhadas ao terreiro, ou secador (ou conjunto terreiro-secador ou, ainda, só secador). O processo chamado via úmida, geralmente, tem proporcionado qualidade superior do café, em relação ao preparo via seca, pois os frutos secos, brocados e verdes são separados. Além disto, ocorre a retirada de grande parte da polpa, diminuindo o risco de fermentação. Contudo, vale lembrar que existem cafeicultores que

produzem bebidas de alta qualidade, sem efetuar o descascamento do café no Cerrado.

Em estudo comparativo sobre o custo da colheita, no sistema manual e no mecanizado, Silva et al. (2000) e Silva (2004) observaram redução de custos no sistema mecanizado, em relação ao manual, da ordem de 41-50%, para lavouras com produção de 1.800-2.100 L ha<sup>-1</sup> de café beneficiado. Nestes estudos, a velocidade de colheita foi de 0,28 m s<sup>-1</sup>, no primeiro estágio, chamado de primeira passada, e de 0,22 m s<sup>-1</sup>, no segundo estágio, ou segunda passada.

A colheita do café pode ser descrita em três etapas: a) derriça ou catação; b) varrição e/ou recolhimento; c) abanação dos frutos. Durante a etapa de derriça, os frutos da árvore podem ser colhidos de uma única vez, ou de forma seletiva, em que somente os frutos maduros são colhidos (Souza et al. 2006).

A derriça total dos frutos presentes na árvore pode proporcionar perda de qualidade da bebida do café, caso não sejam tomadas providências, no sentido de se isolar os frutos, em cada estágio de maturação, e eliminar as impurezas de colheita, seja na fase relativa à pós-colheita ou mesmo durante a fase de beneficiamento do produto (Oliveira et al. 2007). Nas áreas de café de Cerrado, com a fase da colheita coincidindo com o período seco, a colheita seletiva tem sido utilizada com sucesso, em algumas propriedades, garantindo a qualidade final da produção.

A colheita mecanizada de frutos de café tem sido realizada de forma eficiente, por meio de vibrações mecânicas. Tal princípio se baseia na transferência de energia vibracional para o sistema fruto-pedúnculo, a qual promove o desprendimento dos frutos do cafeeiro (Srivastava et al. 1996).

## CONCLUSÃO

A cafeicultura no Cerrado brasileiro é uma das mais tecnologicamente desenvolvidas do mundo, pois alia altas produtividades à excelente qualidade do café produzido. Esta superioridade é alcançada devido ao clima favorável, mecanização em, praticamente, todas as etapas de produção, irrigação e modernas práticas fitossanitárias, culturais e nutricionais.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, D. J.; ORT, D. R. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science*, Londres, v. 6, n. 1, p. 36-42, 2001.

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

ASSAD, E. D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.

ASTEGIANO, E. D. *Movimentação de água e quebra da dormência dos botões florais de café (Coffea arabica L.)*. 1984. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica L.*). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 268-279, 1974.

BAUER, H.; COMPLOJ, A.; BODNER, M. Susceptibility to chilling of some central-African cultivars of *Coffea arabica*. *Field Crops Research*, Warwick, v. 24, n. 2, p. 119-129, 1990.

BONFIM NETO, H. et al. Uso do déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro no oeste da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 9., 2007, Araguari. *Anais...* Araguari: UFU, 2007. p. 124-127.

BONOMO, R. et al. Produtividade de cafeeiros Arábica irrigados no Cerrado goiano. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 233-240, 2008.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Balança comercial brasileira - dados consolidados, 2011*. Brasília: MDICE. 2012. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=571>>. Acesso em: 07 jun. 2012.

CAFÉ DO CERRADO. *Cerrado mineiro: a primeira denominação geográfica para café*. 2010. Disponível em: <<http://www.cafedoCerrado.org/?p=so3>>. Acesso em: 15 out. 2010.

CAMARGO, A. P. Florescimento e frutificação de café Arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985.

CAMARGO, A. P. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.

CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. P. *Agrometeorology of coffee crop*. Geneve: WMO, 1994. (Bulletin, 58).

- CAMARGO, M. B. P. The impact of climatic variability and climate change on *Arabica* coffee crop in Brazil. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 1, p. 239-247, 2010.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro *Arabica* nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CAMPOS, P. S. et al. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. *Journal of Plant Physiology*, Leipzig, v. 160, n. 3, p. 283-292, 2003.
- CARVALHO, G. R. et al. Seleção de progênies oriundas do cruzamento entre Catuaí e Mundo Novo em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 583-590, 2006.
- CARVALHO, H. P. et al. Avaliação de cultivares e linhagens de café (*Coffea arabica* L.) nas condições de Cerrado em Uberlândia - MG. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 19, n. 3, p. 59-68, 2003.
- CARVALHO, L. M. et al. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 411-416, 2001.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). *Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2012, segunda estimativa*. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2012.
- CRISOTO, C. H.; GRANTZ, D. A.; MEINZER, F. C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). *Tree Physiology*, Oxford, v. 10, n. 2, p.127-139, 1992.
- DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, Londres, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.
- DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T. *Utilização da aspersão em malha na cafeicultura familiar*. Uberaba: Ed. da Universidade de Uberaba, 2004.
- FIGUEROA, P. et al. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolepticas y físicas del café. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19., 2000, San José. *Memoria...* San José: ICAFE, 2000. p. 493-497.
- FONSECA, A. F. A. et al. Divergência genética em café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 599-605, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento sistemático da produção agrícola*. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em: 09 out. 2010.
- MAGALHÃES, A. C.; ANGELOCCI, L. R. Sudden alterations in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. *Journal of Horticultural Science*, Londres, v. 51, n. 2, p. 419-423, 1976.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. *Desordens nutricionais no Cerrado*. Piracicaba: Potafos, 1985.
- MARRA, G. E. R.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, E. P. B. Produção de plantas de café *Arabica* irrigadas e não irrigadas no Cerrado goiano e sua dependência com fatores climáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 36., 2010, Guarapari. *Anais...* Rio de Janeiro: SDC/MAPA/Procafé, 2010. p. 118-120.
- MARTINS, C. C. et al. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, 2007.
- MATIELLO, J. B. et al. *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Varginha: Fundação Procafé, 2010.
- MERA, A. C. et al. Regimes hídricos e doses de fósforo em cafeeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, p. 302-311, 2011.
- MIGUEL, A. E. et al. A influência do déficit hídrico em diferentes épocas após a floração, no desenvolvimento de frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA, 4., 1976, Caxambu. *Anais...* Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 1976. p. 184-187.
- MORAIS, H. et al. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arabica*. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 1, p. 257-260, 2008.
- MOTA, J. W. S. et al. Vegetative growth in *Coffea arabica* L. as affected by irrigation, day length and fruiting. *Tropical Ecology*, Varanasi, v. 38, n. 1, p. 73-79, 1997.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. *Balço hídrico e clima da região dos Cerrados*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.
- OLIVEIRA, P. M. *Florescimento do cafeeiro (Coffea arabica L.) sob diferentes frequências de irrigação*. 2002. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- OLIVEIRA, E. et al. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1446-1470, 2007.
- ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M. Território café do Cerrado: transformações na estrutura produtiva e seus impactos sobre o pessoal ocupado. *Revista Economia Sociologia Rural*, Brasília, DF, v. 49, n. 3, p. 771-800, 2011.
- PARTELLI, F. L. et al. Cold induced changes on sugar contents and respiratory enzyme activities in coffee genotypes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 781-786, 2010a.

- PARTELLI, F. L. et al. Seasonal vegetative growth of different age branches of Conilon coffee tree. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010b.
- PARTELLI, F. L. et al. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. *Environmental and Experimental Botany*, Paris, v. 74, n. 1, p. 194-204, 2011.
- PARTELLI, F. L. et al. Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 11, p. 1404-1415, 2009.
- PRAXEDES, S. C. et al. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. *kouillou*) leaves. *Environmental and Experimental Botany*, Paris, v. 56, n. 3, p. 263-273, 2006.
- QUEIROZ, F. A. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do Cerrado. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 193-209, 2009.
- RAMALHO, J. C. et al. Cold acclimation ability and photosynthesis among species of the tropical *Coffea* genus. *Plant Biology*, Freiburg, v. 5, n. 11, p. 631-641, 2003.
- RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Viçosa: UFV, 2001. p. 101-128.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Eds.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1986. p. 13-85.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. *Irrigação na cultura do café*. 2. ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2008.
- SILVA, A. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P. Viabilidade do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DA CAFEICULTURA IRRIGADA, 6., 2003, Araguari. *Resumos expandidos...* Uberlândia: UFU, 2003. p. 25-29.
- SILVA, E. A. et al. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of *Arabica* coffee trees. *Field Crops Research*, Warwick, v. 89, n. 2/3, p. 349-357, 2004.
- SILVA, F. M. *Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade*. Lavras: UFLa/Faepe, 2004.
- SILVA, F. M. et al. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no sul de Minas. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 54-60, 2000.
- SIVAKUMAR, M. V. K.; STEFANSKI, R. Climate change mitigation, adaptation and sustainability in agriculture. In: SYMPOSIUM ON CLIMATE CHANGE AND VARIABILITY, 1., 2008, Oscarsborg. *Abstracts...* Oscarsborg: WMO, 2008. p. 44.
- 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, 2005.
- SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; RAFULL, L. Z. L. Derriçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 11, p. 1637-1642, 2006.
- SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P. *Engineering principles of agricultural machines*. Michigan: ASAE, 1996.