



A CAFEICULTURA E SUA RELAÇÃO COM O CLIMA

Hanns R. Neumann Stiftung do Brasil
www.hrnstiftung.org

Rua Eduardo Gomes Teixeira Coelho, 148,
Bairro Vila Murad - Lavras - MG, Brasil
CEP 37.200-000
Tel. (035) 3821-7869
www.coffeeandclimate.org

Elaboração:
Ramiro Ruiz-Cárdenas

Revisão técnica:
José Braz Matiello - Fundação PROCAFÉ
Fernanda Carlota Nery - Universidade Federal de Lavras
Regis Pereira Venturin - EPAMIG



Projeto Gráfico e Editoração
www.dodesign-s.com.br

Impressão: Artes Gráficas Formato Ltda

Todos os resultados apresentados nesta publicação foram desenvolvidos dentro do programa de desenvolvimento de Acesso a Financiamento Climático para Pequenos Produtores de Café no Brasil, financiado pelo DEG, Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH, instituição que atua em representação do Governo Federal da Alemanha.

Junho de 2015

Apresentação

A mudança climática é um fenômeno persistente e imprevisível que ameaça comprometer a subsistência de milhares de agricultores, colocando em risco também o setor cafeeiro. De acordo com Camargo (2010), a variabilidade climática, exacerbada em um ambiente de mudanças climáticas, tem sido o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações da produção de café no Brasil. Diante desta ameaça, a Iniciativa Café e Clima (c&c), com apoio da Hanns R. Neumann Stiftung do Brasil, visa apoiar os produtores de café no Brasil através de capacitações e de acesso a informações, para que sejam capazes de responder efetivamente aos impactos negativos das mudanças climáticas e aumentar a capacidade de adaptação de seus sistemas produtivos.

Seguindo esse objetivo, esta publicação apresenta aos produtores uma visão geral da relação do clima com a cafeicultura em seus diversos aspectos, tais como fenologia da planta, incidência de pragas e doenças, qualidade do café produzido, entre outros, visando conscientizá-los sobre a forma como o clima afeta a produção de café e sobre a importância que esse conhecimento pode ter no planejamento de melhores ações de adaptação frente a eventuais variações climáticas.

Max Ochoa

Diretor Técnico, HRNS do Brasil



1. A cafeicultura e sua relação com o clima

O estudo dos eventos periódicos que acontecem durante o ciclo de vida de uma espécie e a forma como estes são influenciados por fatores internos (sua constituição genética) assim como por variações ambientais, principalmente climáticas, (fatores externos) é denominado fenologia. No caso do cafeeiro, a variabilidade climática, por exemplo, variações na temperatura do ar ou na distribuição/intensidade das chuvas, influencia fortemente tanto a produtividade quanto a qualidade da bebida em um determinado ciclo produtivo, devido à interferência direta do clima nos diferentes estágios do ciclo de vida da planta.

O conhecimento dos efeitos do clima no desenvolvimento do cafeeiro, durante suas diferentes fases fenológicas, tem grande aplicação no manejo da cultura, ao permitir o reconhecimento em campo das melhores épocas para a implementação de práticas agrícolas (tais como adubação, aplicação de defensivos, podas, irrigação, etc.), bem como o planejamento de novos cultivos com base na agrometeorologia da cultura (Pereira, Camargo e Camargo, 2008).

O ciclo fenológico do cafeeiro consiste em uma sequência natural de fases vegetativas e reprodutivas que leva dois anos para ser completado devido a especificidades de hábitos de crescimento e desenvolvimento da planta. Assim, o sucesso de sua produção está associado ao sincronismo entre suas fases fenológicas e o clima local. De acordo com Camargo e Camargo (2001) ocorrem seis fases principais durante o ciclo fenológico do cafeeiro arábica no Brasil, as quais são descritas no Quadro 1. Os principais efeitos do clima nas diferentes fases do cafeeiro estão resumidos na figura 1, e são detalhados a seguir.

Quadro 1. Fases fenológicas do cafeeiro arábica sob condições brasileiras (adaptado de Camargo e Camargo, 2001)

1a fase (vegetação)	Consiste na formação e desenvolvimento de nós com gemas axilares que formarão os ramos laterais responsáveis pela produção de frutos no próximo ano. Esta fase acontece durante os meses de dias longos (setembro a março) do primeiro ano do ciclo fenológico de cafeeiros produtivos, e prepara a planta fisiologicamente para a safra do ano seguinte. A quantidade de nós e folhas formados nessa fase depende, em alto grau, da disponibilidade hídrica e energética (radiação solar e temperatura) e influencia diretamente o tamanho da próxima safra, dado que a quantidade de flores que o cafeeiro poderá produzir depende estreitamente do número de nós dos ramos laterais.
2a fase (indução floral)	Caracterizada pela indução das gemas axilares (vegetativas), formadas na primeira fase, para gemas florais e seu desenvolvimento até o abotoamento. Esta fase acontece durante o período de dias curtos (abril a agosto) e fecha o primeiro ano fenológico do cafeeiro. No fim desta fase (julho-agosto) as plantas entram em um período de repouso (dormência), preparatório para o florescimento. Um estresse hídrico moderado nesta fase é necessário para o adequado desenvolvimento dos botões florais.
3a fase (floração, chumbinho e expansão dos frutos)	É a primeira fase do segundo ano fenológico e compreende normalmente o período de setembro a dezembro. Inicia-se com a florada cerca de 8 a 15 dias após um “choque hídrico” nos botões florais maduros, causado por chuva ou irrigação. Na sequência vem a fecundação, o pegamento (chumbinhos) e a expansão em volume dos frutos.
4a fase (granação)	Corresponde à granação dos frutos, quando os líquidos internos do fruto solidificam-se, formando os grãos. Esta fase ocorre geralmente no período de janeiro a março e é a fase de maior demanda hídrica da planta.
5a fase (maturação)	Corresponde ao processo de maturação dos frutos. Compreende normalmente os meses de abril a junho. O tempo necessário para a maturação dependerá do regime de temperaturas durante esse período. Deficiências hídricas moderadas nessa fase favorecem o processo de amadurecimento, contribuindo para a qualidade do café produzido.
6a fase (senescência)	Corresponde ao período de repouso, senescência e queda dos ramos não primários que já produziram (auto-poda). Normalmente ocorre nos meses de julho e agosto.

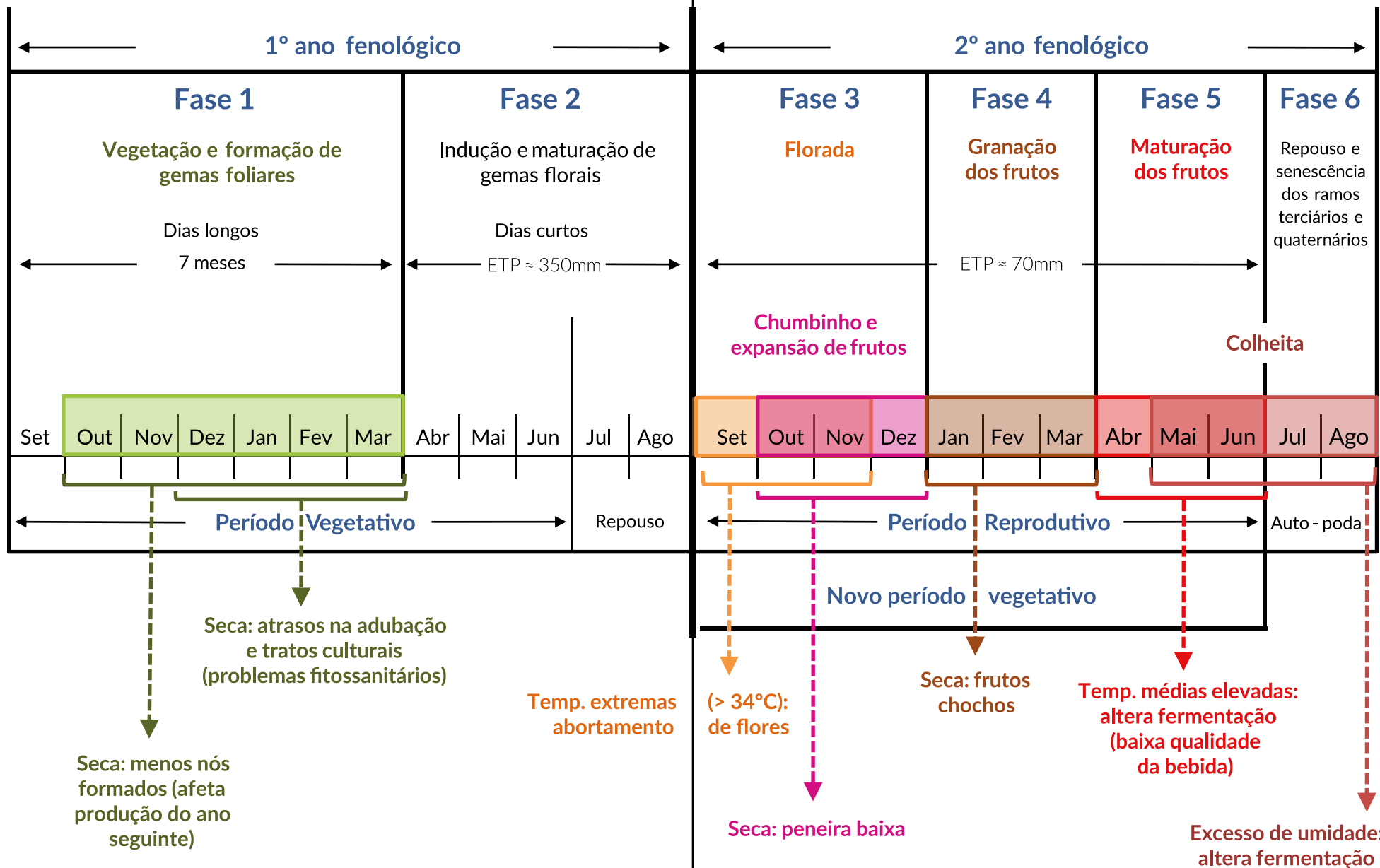


Figura 1. Esquemática das fases fenológicas do cafeeiro arábica sob condições climáticas do Brasil (adaptado de Camargo e Camargo, 2001), e os principais efeitos do clima em cada uma delas.

1.1 Relação entre o clima e a floração do cafeeiro

A deficiência hídrica pode afetar negativamente o crescimento vegetativo do cafeeiro e o desenvolvimento dos frutos, todavia, em níveis moderados é uma condição necessária para a adequada floração. Quando as flores alcançam o estágio de botão entram em um período de repouso, que pode durar várias semanas. Para que o florescimento aconteça normalmente é necessário que ocorra um período de estresse hídrico nas semanas que antecedem a florada, interrompido por uma chuva ou irrigação. A quantidade de chuva necessária para estimular a florada dependerá do período de seca, mas em geral, entre 10 e 35mm são considerados suficientes (Pereira, Camargo e Camargo, 2008).

Enquanto mais acentuado e mais prolongado seja o estresse hídrico, a florada será mais abundante e ficará mais concentrada. Por outro lado, a interrupção desses períodos de deficiência hídrica, pela ocorrência de chuvas esporádicas, induzirá diversas florações de intensidade variável. Como consequência, haverá desigualdade na maturação dos frutos, dificultando a colheita e o controle fitossanitário, com efeito, também, na qualidade do café produzido. Além de um déficit hídrico apropriado, amplitudes térmicas (diferenças entre a temperatura diária máxima e a mínima) superiores a 10°C também tem sido apontadas como favoráveis a uma adequada floração. Por outro lado, o excesso hídrico durante os meses que antecedem a floração tem um efeito negativo na formação de botões florais no cafeeiro (Ramírez et al., 2011).

Existem diversos distúrbios fisiológicos afetando o vingamento da flor e o pegamento do fruto em graus variáveis dependendo do nível de estresse causado pelo clima:

- Se o déficit hídrico intenso continuar após o início do abotoamento, e se este estiver associado a temperaturas máximas diárias muito elevadas para o cafeeiro (32°C ou mais durante vários dias consecutivos), pode ocorrer o abortamento das flores, resultando nas conhecidas "estrelinhas", um caso extremo de anomalia em que a estrutura floral não se desenvolve normalmente, e permanece entumescida, o que inviabiliza a produção dos frutos. A formação de gemas florais em épocas fora do período normal de floração ou o amadurecimento inadequado dessas gemas, por falta de períodos secos definidos, também favorecem o aparecimento de estrelinhas.

- Quando a florada acontece sob condições de pouca chuva, (10 a 20 mm), ocorrem os botões chamados de "grãos de arroz". Nesta situação a água disponível não é suficiente para estimular o crescimento completo dos botões florais e a abertura das flores. Esses botões então ficam amarelados e acabam caindo, sem que se abram em flores. Isto é, não darão frutos, pois a fecundação não ocorre.

- Com um pouco mais de água disponível, mas ainda em quantidades não ideais, as pétalas das flores podem ficar menores e algumas delas abrirão apenas parcialmente. No entanto, sob esta condição não são esperadas perdas.
- Em anos de seca e calor excessivos, quando há seca de ramos e desfolha dos cafeeiros, a floração fica prejudicada pela morte de gemas e pelo menor pegamento da floração, pois as reservas que se acumulam nas folhas remanescentes são insuficientes para suprir as necessidades da planta (Matiello, 2014b).
- Por outro lado, em cafezais em que o início da florada coincide com um período de chuva intensa e continuada, os botões tendem a permanecer em repouso por um tempo maior, retardando a abertura das flores. Em muitos casos os botões ficam maiores e acabam caindo antes de abrir, ou as flores abrem com aspecto anormal.



Figura 2. Flores anormais abertas (a) e botões secos antes de abrir (b) devido a déficit hídrico intenso e altas temperaturas. (c) flores pequenas, outras semi-abertas, botões amarelados sem abrir e alguns botões "grãos de arroz"; (d) botões tipo "grãos de arroz" em detalhe, alguns deles já secos. Fotos: Alysson Fagundes (a,b) e J.B. Matiello (c,d).

1.2 Relação entre o clima e o desenvolvimento dos frutos

O tempo decorrido entre a floração e a maturação dos frutos depende do regime de temperatura (em locais mais quentes esse período é mais curto) e da disponibilidade hídrica, podendo variar entre 7 e 9 meses, no caso do cafeeiro arábica, e entre 10 e 12 meses para o robusta.

O efeito da deficiência hídrica sobre o desenvolvimento dos frutos varia de acordo com o estágio do fruto no qual o estresse hídrico acontece:

Nas primeiras cinco semanas uma deficiência hídrica severa pode resultar em secamento de frutos. Na fase de chumbinho o déficit hídrico atrasa o crescimento dos frutos resultando em peneira baixa, isto é, o fruto se desenvolve, mas terá um tamanho inferior ao normal. Já na fase de crescimento acelerado dos frutos (80 a 120 dias) a deficiência hídrica, principalmente quando associada a altas temperaturas, compromete os processos fisiológicos envolvidos no enchimento dos grãos causando distúrbios tais como:

- aumento da incidência de frutos chochos, isto é, frutos que apresentam uma ou duas das suas lojas vazias (sem os grãos-sementes);
- frutos mal granados, aqueles em que as sementes não se desenvolvem plenamente, ficando mais delgadas e com menor peso;
- frutos pequenos, problema comumente associado a frutos de floradas tardias que além de sofrerem com o estresse hídrico e térmico, são prejudicados, também, pelo carreamento e uso das reservas do cafeeiro preferencialmente pelos frutos da primeira florada;
- "coração negro", isto é, frutos de aspecto normal que ao serem cortados apresentam suas lojas parcial ou totalmente enegrecidas. Esses distúrbios têm efeito tanto no volume de café produzido, quanto na sua qualidade.

Outro efeito da deficiência hídrica no período outubro a março é o atraso na adubação e na realização de tratamentos culturais, o que além de comprometer o rendimento e o desenvolvimento vegetativo, deixa a cultura mais vulnerável ao ataque de pragas e doenças.

Na fase de maturação o estresse hídrico tem efeitos menos severos, pois o fruto já se encontra completamente desenvolvido.

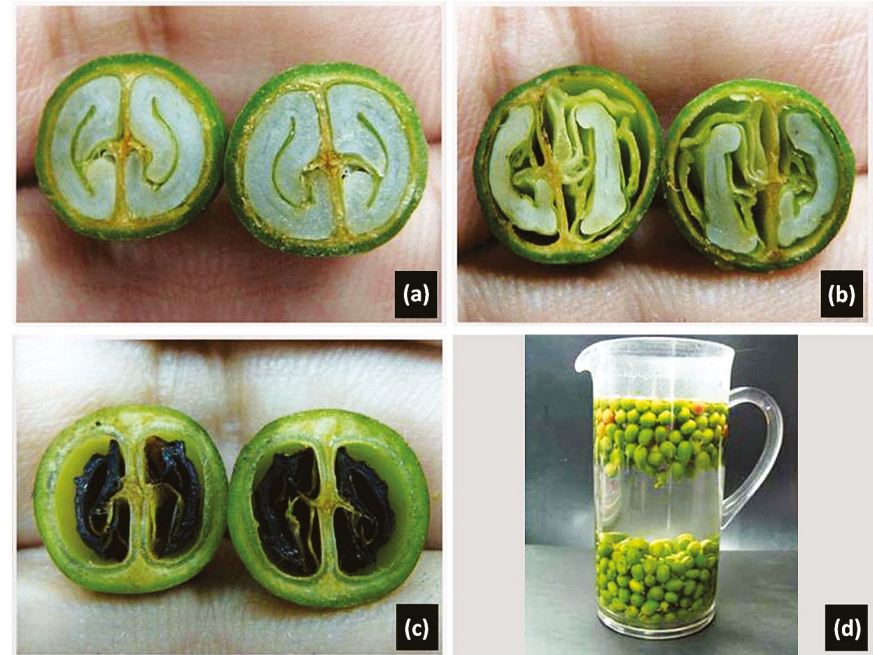


Figura 3. Efeitos da deficiência hídrica no desenvolvimento dos frutos do cafeeiro arábica. (a) fruto normal; (b) fruto mal granado; (c) coração negro; (d) frutos chochos boiando na água devido ao menor peso em relação aos frutos normais (submersos). Fotos: Luiz Antônio Russo Furlan.

1.3 Relação entre o clima e a qualidade da bebida

Fatores ambientais afetam diretamente o desenvolvimento dos frutos e a qualidade do café produzido. Um dos fatores apontados como de maior importância na produção de cafés de qualidade é a temperatura do ar, que influencia a duração do ciclo fenológico da cultura, condicionando assim a época e as condições da colheita.

O aumento da temperatura acelera o desenvolvimento do fruto do cafeeiro, diminuindo a duração de seu ciclo. Com isso, a maturação dos frutos pode ocorrer ainda durante a estação chuvosa, repercutindo diretamente na qualidade do café produzido, pois nessa situação, a fermentação natural, no interior dos frutos, acontece rapidamente. Assim, quando o café atinge o estágio de maturação, a umidade do ar ainda estará alta, proporcionando condições para a ocorrência de fermentações adicionais indesejáveis, que são prejudiciais à qualidade da bebida (Camargo, 1985).

No extremo oposto, temperaturas baixas atrasam o desenvolvimento dos frutos e a maturação pode sobrepor-se ou ultrapassar a florada seguinte, prejudicando a vegetação e a produção do cafeeiro. A coincidência da fase de maturação e colheita com o início da próxima estação chuvosa também dificulta as operações de colheita, transporte, secagem e preparo do café no terreiro, o que também se reflete no tipo do produto e na qualidade da bebida.



Figura 4. Frutos de café com incidência de fungos prejudiciais à qualidade da bebida.
Foto: J.B. Matiello.

1.4 Relação entre o clima e problemas fitossanitários do cafeeiro

A temperatura é o fator ambiental que mais influencia o desenvolvimento dos insetos, pois estes organismos não regulam sua temperatura corporal, a qual depende da temperatura ambiente. Em termos fisiológicos, um inseto deve acumular certa quantidade de calor para completar seu ciclo de vida. O aumento da temperatura acelera a velocidade do seu metabolismo e, conseqüentemente, aumenta seu número de gerações durante o ano. Assim, a temperatura é determinante nas variações sazonais e regionais dos níveis de infestação das principais pragas do cafeeiro no Brasil (a broca do café, o bicho mineiro e o ácaro vermelho), que são favorecidos pelo incremento da temperatura do ambiente durante períodos secos e quentes. As condições micro-climáticas do cafezal também determinam os locais de maior ou menor infestação, pois os insetos naturalmente tendem a procurar os ambientes mais adequados para seu desenvolvimento.

Por outro lado, períodos de seca e calor excessivo oferecem um cenário desfavorável para o desenvolvimento de algumas doenças do cafeeiro, tais como *Pseudomonas*, a mancha de phoma e a ferrugem, mas pode criar condições propícias para outras como *Cercospora*. Já o excesso de umidade, no solo e no ambiente, favorece a presença de doenças como o mal rosado e a roseliniose.

A seguir são brevemente descritas as condições climáticas com maior efeito nas principais pragas e doenças do cafeeiro no Brasil.

■ **Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*):** esta é uma espécie sazonal, cujas populações são fortemente influenciadas pela chuva e pela temperatura, sendo sua atividade mais intensa durante períodos quentes e secos. Por outro lado, as populações da praga ficam bastante reduzidas quando se inicia a estação chuvosa. Na região sudeste do Brasil as maiores infestações ocorrem no período de estiagem que, geralmente, se inicia em abril e perdura até setembro/outubro. Picos de infestação também são frequentes durante o verão, em anos em que há interrupção da estação chuvosa devido a veranicos ou em casos de seca intensa. Culturas com fertilização deficiente e aquelas em que tem sido feitas aplicações de inseticidas e fungicidas de forma generalizada para o controle de outras pragas e doenças também são mais susceptíveis ao ataque desta praga. Os danos ao cafeeiro são causados pelas larvas do inseto, que constroem galerias nas folhas, causando necrose da superfície foliar, diminuindo assim a capacidade fotossintética da planta. Quando as infestações são severas, podem provocar graves níveis de desfolha.

Dadas as condições de tempo seco, é a temperatura que determina a velocidade de aumento populacional do bicho mineiro, pois por cada grau que se aumente, se obtém uma geração adicional da praga, devido ao menor tempo necessário para completar o ciclo de vida do inseto (Constantino, 2011). No entanto, temperaturas máximas extremas (35°C) são limitantes para a sobrevivência das larvas.



Figura 5. Forte ataque de bicho mineiro em cafeeiros, sob período prolongado de seca.
Fotos: J.B. Matiello (a) e Cenicafé (b).

■ **Broca do café (*Hypothenemus hampei*):** é uma das pragas que provoca maiores prejuízos à cafeicultura, pois, ataca os frutos, afetando diretamente a produção e a qualidade dos grãos. A dinâmica populacional do inseto está estreitamente relacionada com a oferta de frutos na lavoura e com as características desses frutos para funcionarem como seu refúgio, fonte de alimento e local de oviposição. A infestação pode ocorrer a partir do estado de chumbinho, mas as condições ótimas para oviposição ocorrem a partir dos 120 dias após a florada, quando o fruto se torna mais consistente (Ruiz-Cárdenas e Baker, 2010).

A broca do café apresenta uma tolerância térmica ampla e consegue se desenvolver em ambientes com temperaturas entre 14,9°C e 32°C, tendo seu desenvolvimento otimizado entre 25°C e 27°C (Jaramillo et al., 2009). Assim, temperaturas altas e períodos prolongados de déficit hídrico são favoráveis ao inseto, pois nessas condições o seu ciclo de vida se acelera, determinando um maior número de gerações da praga por ano (Ramírez, et al., 2014). A emergência de adultos da broca a partir de frutos sobremaduros e secos, que ficam após a colheita na planta e no solo, se inicia com as primeiras chuvas. Tal emergência de brocas aumenta consideravelmente quando as primeiras chuvas são antecedidas por períodos prolongados de déficit hídrico (Constantino et al., 2011).

■ **Ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*):** esta espécie sobrevive na parte superior das folhas do cafeeiro, raspando e perfurando as células das folhas para sugar o seu conteúdo celular. Esse processo induz o vazamento de líquidos que estão dentro da célula para a superfície da folha que ao entrar em contato com os raios solares, causam uma queimadura deixando as folhas com o aspecto "bronzeado" e causando redução na capacidade fotossintética da planta.

A infestação é maior em épocas de clima seco, principalmente em veranicos e durante a estação de inverno, ocorrendo com mais intensidade nos anos em que o inverno apresenta temperaturas mais elevadas do que o normal. A combinação de altas temperaturas e seca, após um período de chuvas intensas, também pode provocar infestações generalizadas, mesmo em outras épocas do ano. Por outro lado, a água é prejudicial ao desenvolvimento do ácaro. Assim, em locais com irrigação ou durante o período chuvoso é difícil haver ataques desta praga. Situações de desequilíbrio populacional na população dos inimigos naturais causadas pelo uso de inseticidas e fungicidas de amplo espectro também favorecem o aparecimento do ácaro.



Figura 6. Forte ataque de ácaro vermelho em cafeeiros, sob período prolongado de seca. Fotos: J.B. Matiello (a) e Daniel Veiga (b).

■ **Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*):** este fungo ataca folhas e frutos do cafeeiro, provocando desfolha, seca de ramos produtivos, chochamento, mal formação e queda de frutos. A severidade da doença está diretamente associada ao depauperamento ou estresse das plantas, causado por desequilíbrios/deficiências nutricionais, agravados por carga alta, por problemas físicos do solo que impedem o bom desenvolvimento do sistema radicular, ou por anormalidades climáticas como deficiência hídrica nos períodos críticos da cultura, excesso de insolação, entre outras.



Figura 7. Forte ataque de cercosporiose em frutos e folhas do cafeeiro. Fotos: J.B. Matiello.

■ **Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*):** a evolução desta doença nas lavouras de café está associada à combinação de três fatores, o ambiente (condições climáticas), o hospedeiro (cafeeiro) e o patógeno, havendo interação entre eles. Os fatores climáticos favoráveis à doença são temperatura na faixa de 20°C a 25°C e umidade em níveis adequados à germinação dos esporos, condição favorecida pelas chuvas frequentes, principalmente as finas, pelo orvalho noturno e por ambientes sombrios. Assim, os níveis de inoculação do fungo geralmente aumentam entre novembro e abril, período em que ocorrem maiores temperaturas e chuvas constantes. Com isso, as maiores infecções ocorrem em seguida, de junho a agosto. A carga pendente nas plantas também tem sido apontada como um fator importante na evolução da doença, pois quanto maior a carga, mais susceptível fica a planta. Já temperaturas médias inferiores a 20°C situação comum nas áreas cafeeiras da região sudeste do Brasil nos meses de inverno, reduzem significativamente o potencial de inoculação do fungo.

Sob condições de altas temperaturas e seca, ou na ocorrência de chuvas pesadas, pode haver remoção (lavagem) dos esporos que cobrem as pústulas de ferrugem nas folhas (isto é, as estruturas de cor alaranjada responsáveis pela multiplicação e disseminação do fungo na planta), causando o abortamento da infecção.

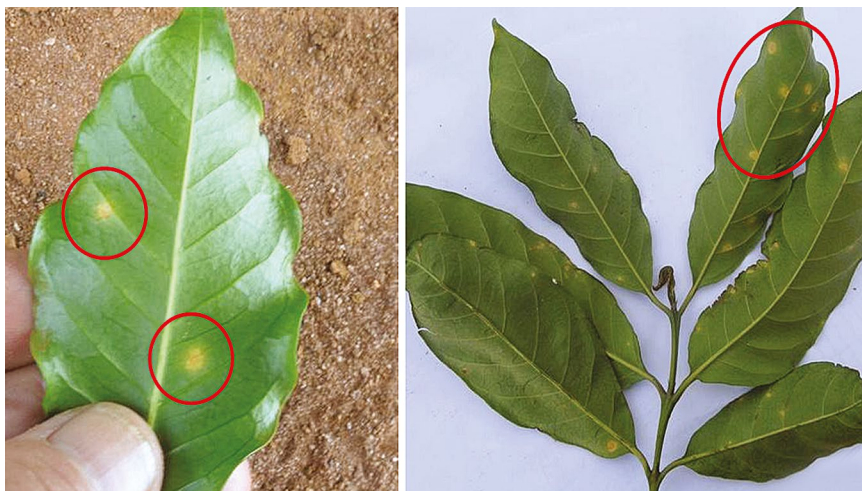


Figura 8. Lesões abortadas de ferrugem em folhas de cafeeiro arábica (destacadas pelos círculos em vermelho). Fotos: J.B. Matiello.

■ **Mancha de Phoma:** é uma doença fúngica que ataca folhas, ramos novos, flores e frutos do cafeeiro. O maior prejuízo ocorre nos períodos de florada e pós-florada, causando queda de botões florais, mumificação e queda dos chumbinhos. Além disso, a doença causa seca de ponteiros e de extremidade dos ramos, com morte descendente, até o quarto/quinto nó, e desfolha, resultando em perdas na produção. A doença é favorecida por condições climáticas em que coincidem temperaturas amenas e umidade relativa elevada em função do período de chuvas, principalmente quando as chuvas são finas e há entrada de frentes frias. Essas condições ocorrem principalmente em cafezais instalados em regiões montanhosas de altitude elevada como os encontrados nas mesorregiões Zona da Mata, Alto-Paranaíba e Sul de Minas Gerais, assim como no Espírito Santo e na Bahia. Áreas sujeitas à incidência de ventos frios também são favoráveis à doença. A intensidade do ataque também é maior em lavouras com cafeeiros estressados, que sofreram desfolha por diversas causas, incluindo estiagem prolongada (Matiello, et al., 2013). Por outro lado, a elevação das temperaturas tende a paralisar o desenvolvimento do fungo, levando a uma menor incidência da doença em anos mais quentes e secos.



Figura 9. Forte ataque de mancha de phoma em folhas de cafeeiro. Foto: J.B. Matiello.

1.5 Outros distúrbios fisiológicos causados pelo clima

■ **Escaldadura:** distúrbio caracterizado pelo amarelecimento e a queima de folhas e frutos dos cafeeiros devido à ação do sol. Esses sintomas ocorrem quando a planta absorve uma grande quantidade de energia do sol e não consegue dissipá-la, então ocorre um dano oxidativo que se manifesta pela degradação de clorofila nas folhas e à necrose (morte) dos tecidos da planta (Matiello, 2014c). Seca e altas temperaturas acentuam esse distúrbio nos cafezais. Os efeitos da escaldadura se traduzem na redução da área foliar apta a fazer fotossíntese, assim como no chochamento e queima de frutos, afetando significativamente a produção.

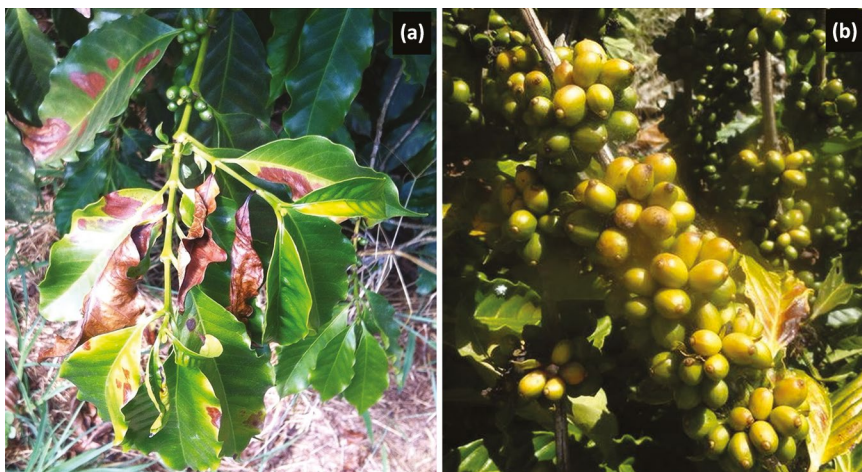


Figura 10. Detalhes da escaldadura, em folhas (a) e em frutos (b) do cafeeiro.
Fotos: Lena Oliveira (a) e J.B. Matiello (b).

■ **Emissão de brotos "ladrões":** Comercialmente o cafeeiro arábica é conduzido com uma só haste. No entanto, esse tronco principal possui gemas dormentes, que, em casos de estresse ou quebra de dominância apical, emitem brotos verticais, chamados de "ladrões", que darão origem a novas hastes. O efeito da seca nas lavouras tem sido apontado como um fator responsável pelo aumento da emissão desse tipo de brotos no tronco dos cafeeiros (Matiello e Almeida, 2014). O estresse hídrico e a alta insolação causam a desfolha das plantas, permitindo que a radiação atinja com maior facilidade o tronco dos cafeeiros, estimulando a quebra de dormência das gemas que formarão esses brotos indesejáveis.



Figura 11. Cafeeiro da cultivar Acaíá, com intensa brotação no tronco, por efeito da estiagem.
Foto: J.B. Matiello.

■ **Morte de raízes, abscisão de folhas e seca de ramos:** Embora estes fenômenos aconteçam naturalmente ao longo do ciclo fenológico do cafeeiro, eles são intensificados na presença de altas temperaturas, associadas a uma baixa umidade do solo. Como consequência, haverá uma redução substancial do crescimento vegetativo e menor formação de nós produtivos, o que se traduz em menos flores e frutos formados na planta, comprometendo a produção no próximo ano.

Um indicativo do estresse hídrico em cafeeiros com sistema radicular deficiente, expostos a períodos de seca, é a presença de folhas velhas que ficam completamente amarelas e logo passam a cair. Tal sintoma ocorre mesmo em ramos sem carga. Com poucas raízes, as plantas sentem mais o estresse e acusam mais rápido a falta de água (Matiello, 2014).



Figura 12. Cafeeiros com folhas velhas amareladas, resultado do estresse hídrico severo, induzido por um sistema radicular deficiente. Foto: J.B. Matiello.

■ **Rachadura de frutos:** esta anormalidade pode ser causada pelo efeito de muita umidade, devido a períodos de chuva, na fase de maturação do fruto. O distúrbio pode acontecer de duas formas. A primeira, mais comum, ocorre devido a um crescimento rápido do fruto causado por um desequilíbrio hídrico, associado ao excesso de umidade no solo. Nesses casos a rachadura é mais comum em posição longitudinal, entre as duas sementes do fruto, e em casos mais graves chega a dividir o fruto ao meio. A segunda forma está igualmente relacionada ao crescimento rápido do fruto, mas também à presença de uma semente chocha no seu interior. Assim, ao crescer a casca do fruto acaba rachando, longitudinalmente, no lado da semente chocha (Matiello e Almeida, 2013).

Em ambos os casos, as rachaduras aceleram a maturação dos frutos, e se constituem em uma porta de entrada de fungos responsáveis por fermentações indesejáveis, que comprometem a qualidade da bebida.



Figura 13. Rachaduras longitudinais em frutos de café por efeito de crescimento rápido associado à umidade de chuvas (a); e apodrecimento da casca de frutos rachados devido à ação de fungos causadores de fermentações indesejáveis (b). Fotos: J.B. Matiello.

2. A variabilidade climática em Minas Gerais

Minas Gerais é, de longe, o maior estado produtor de café no Brasil, respondendo por mais da metade da produção nacional. Os riscos relacionados ao clima ameaçam a segurança dos produtores de café e de suas famílias a cada ano. Exemplos recentes são a seca severa ocorrida em 2014 e, em menor escala, no início de 2015 ou os frequentes danos por granizo na região Sul do estado.

Uma caracterização detalhada da variabilidade climática em Minas Gerais durante os últimos 50 anos apontou aumentos significativos de temperatura em todas as regiões do estado nesse período, em todas as estações do ano, sendo mais acentuados na primavera, o principal período de floração, e no verão (Ruiz-Cárdenas, 2015). No entanto, foram verificadas diferenças regionais na magnitude dessa tendência de aquecimento. Assim, a mesorregião da Zona da Mata apresentou os menores incrementos de temperatura nesse período, enquanto que as mesorregiões Norte e Noroeste tiveram os maiores aumentos. Já nas mesorregiões Campo das Vertentes, Sul/Sudoeste e Oeste de Minas, este incremento foi moderado.

Igualmente foram constatadas diferenças na distribuição de chuvas ao longo do ano, com o Sul de Minas apresentando incrementos no total de precipitação acumulada durante o primeiro trimestre do ano (época de granação), enquanto que as regiões Norte e Nordeste tiveram o comportamento oposto, isto é, forte diminuição da chuva acumulada nesse período (Figura 14). Por outro lado,

houve uma diminuição no volume de chuva acumulada no último trimestre do ano na maior parte do estado, exceto na região leste. Já a estação seca, que vai de abril a setembro, não apresentou mudanças significativas em seus níveis de precipitação.

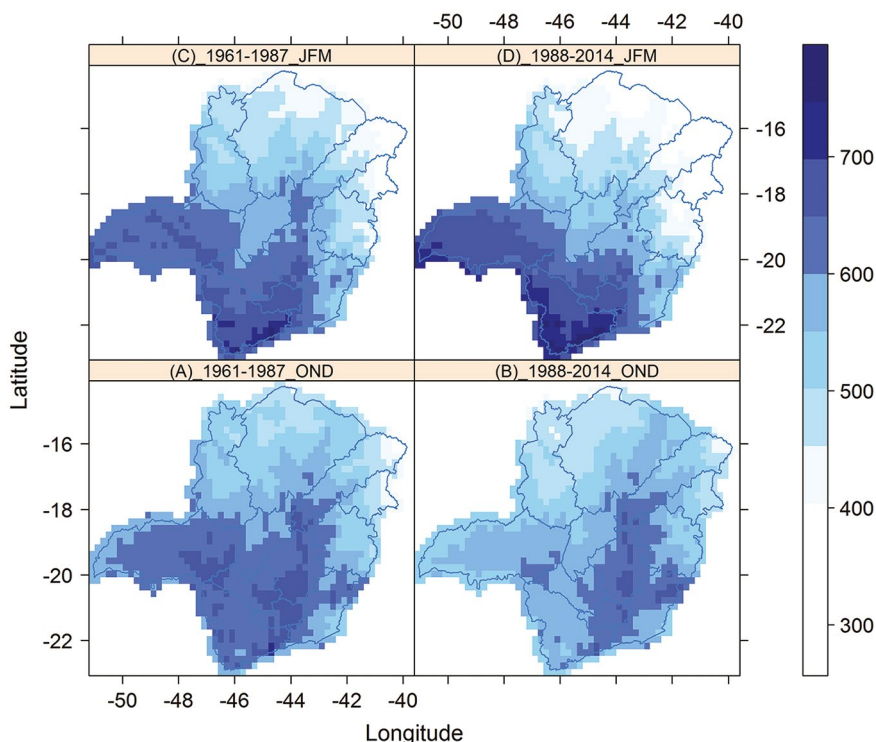


Figura 14. Precipitação média acumulada (mm por trimestre) em Minas Gerais durante os trimestres da estação chuvosa (outubro a dezembro - OND e janeiro a março - JFM) nos períodos 1961-1987 (esquerda) e 1988-2014 (direita).

Por outro lado, veranicos intensos, isto é, períodos secos de mais de 14 dias consecutivos durante a estação chuvosa, são atualmente mais frequentes durante os primeiros três meses do ano, principalmente no Oeste e Sul de Minas Gerais, como mostra a Figura 15. Isto evidencia uma maior variabilidade na distribuição das chuvas na região, pois ao mesmo tempo em que o volume total de chuva nesse trimestre tem aumentado, a frequência de veranicos e de chuvas intensas no mesmo período também aumentou.

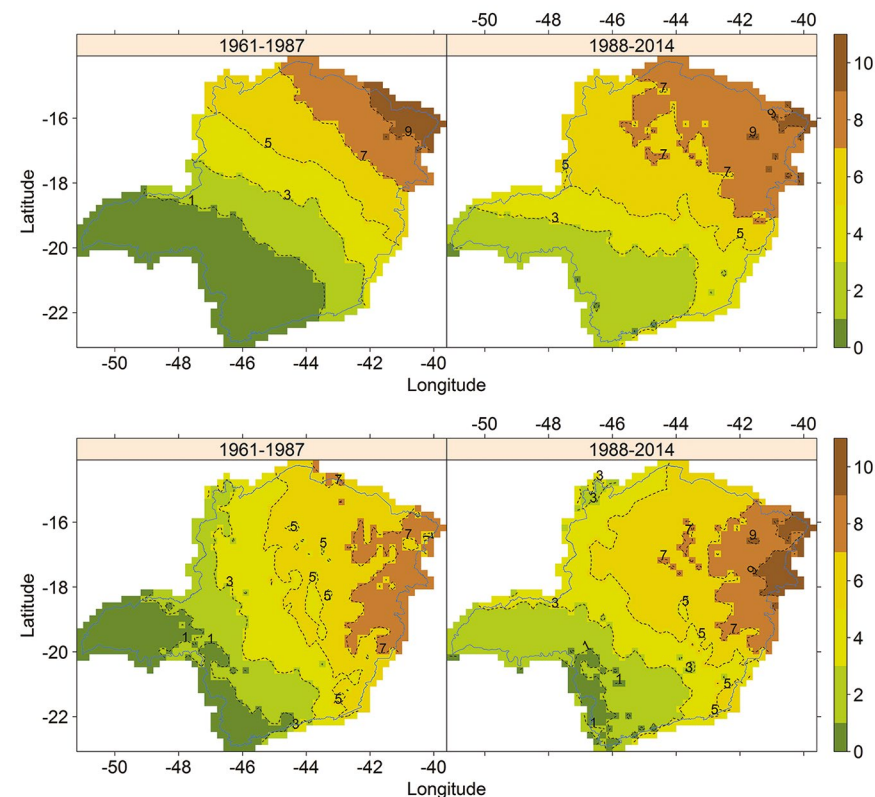


Figura 15. Mapas de contorno do número de veranicos intensos (com mais de 14 dias de duração) registrados em janeiro (mapas na parte superior) e fevereiro (mapas na parte inferior) em Minas Gerais nos períodos 1961-1987 (esquerda) e 1988-2014 (direita).

O estudo conclui que as principais regiões produtoras de café do estado (Sul de Minas e Matas de Minas) não mudaram seu status de áreas aptas para a produção do grão, em termos de disponibilidade hídrica e regime de temperatura (Figura 16), embora a variabilidade climática nessas regiões tenha sido maior nas últimas décadas. Assim, anomalias climáticas severas podem acontecer em um determinado período, como foi o caso de 2014, com a consequente quebra de produtividade. Por outro lado, o uso de irrigação atualmente é essencial para conseguir produzir café em muitas áreas das regiões Oeste e Norte do estado.

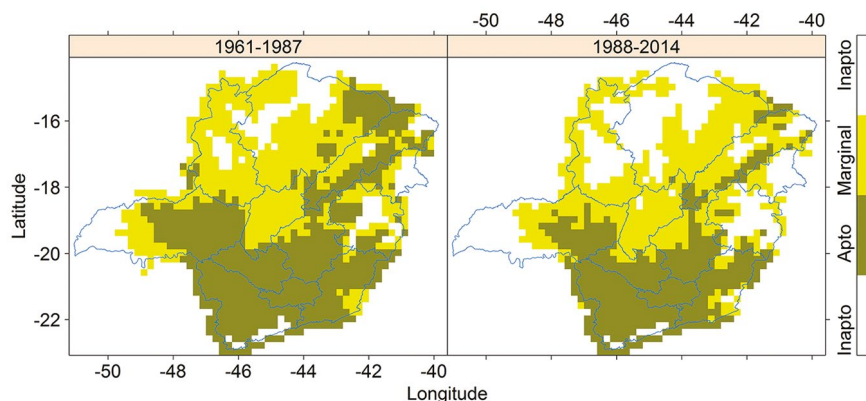


Figura 16. Zoneamento agroclimático do café arábica em Minas Gerais para os períodos 1961-1987 (esquerda) e 1988-2014 (direita), de acordo com os critérios temperatura média anual e déficit hídrico médio anual. Apto: 18-23°C e menos de 150mm; marginal: 18-24°C e mais de 150mm ou 23-24°C e menos de 150mm; inapto: menos de 18°C ou mais de 24°C e mais de 150mm.

3. Considerações finais

Diante de um cenário de variabilidade climática exacerbada, é importante compreender e identificar os fatores ambientais que podem impactar, favorável ou desfavoravelmente, os diferentes estados fenológicos do café (floração, desenvolvimento de frutos, vegetação, etc.), pois o entendimento dessas relações, aliado ao monitoramento do clima local, é de grande utilidade como suporte na tomada de decisões quanto ao planejamento e execução de práticas culturais como adubação, manejo fitossanitário, controle de plantas daninhas, entre outras. Este conhecimento ao mesmo tempo possibilita quantificar o efeito da variabilidade climática sobre a cultura e avançar na estimativa de seus potenciais efeitos sobre a produção.

O registro oportuno das épocas de floração do café e da sua intensidade, junto com o acompanhamento das condições climáticas da região, permite projetar as curvas de desenvolvimento dos frutos e, a partir daí, identificar, por exemplo, as épocas de maior demanda de água e nutrientes no cafezal, o que por sua vez permitirá programar as épocas oportunas de adubação. Também é possível identificar as épocas críticas para o ataque de pragas como a broca do café, assim como épocas de maior susceptibilidade dos frutos a eventos climáticos extremos como altas temperaturas e seca intensa, que podem comprometer a produção e a qualidade do café produzido

Literatura citada

- Camargo, A.P. (1985) Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafezeiras do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20, 831- 839.
- Camargo, A.P., Camargo, M.B.P. (2001) Definição e esquematização das fases fenológicas do café arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, 60, 65-68.
- Camargo, M.B.P. (2010) The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, 69, 239-247.
- Constantino, L.M., Flórez, J.C., Benavides, P., Bacca, T. (2011) Minador de las hojas del café: Una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Avances Técnicos Cenicafe N° 409*, Chinchiná, Colombia, 12p.
- Constantino, L.M., Gil, Z.N., Jaramillo, A., Benavides M., P., Bustillo, A.E. (2011) Efecto del cambio y la variabilidad climática en la dinámica de infestación de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en la zona central cafetera de Colombia. Livro de Memórias 38° Congreso Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN, Manizales, Colômbia, julho 27 de 2011. p. 106-119.
- Jaramillo, J., Chabi-Olaye, A., Kamonjo, C., et al. (2009) Thermal Tolerance of the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of Climate Change Impact on a Tropical Insect Pest. *PLoS ONE*, 4, e6487.
- Matiello, J.B. (2014) Amarelou, água faltou. *Folha Técnica Procafé N° 241*.
- Matiello, J.B. (2014b) Anormalidades na floração de cafeeiros por excesso de chuvas e a vantagem do ovário ínfero. *Folha Técnica Procafé N° 259*.
- Matiello, J.B. (2014c) Escaldadura em folhas e frutos do café. *Folha Técnica Procafé N° 267*.
- Matiello, J.B., Almeida, S.R. (2013) Frutos de café rachados pelo efeito de chuvas na maturação. *Folha Técnica Procafé N° 149*.
- Matiello, J.B., et al. (2013) *Phoma* ataca mais lavouras estressadas. *Folha Técnica Procafé N° 121*.
- Matiello, J.B., Almeida, S.R. (2014) Efeito da seca em cafezais aumenta brotações das plantas. *Folha Técnica Procafé N° 256*.
- Pereira, A.R., Camargo, A.P., Camargo, M.B.P. (2008) *Agrometeorologia de cafezais no Brasil*. 1.ed., Campinas: Instituto Agrônomo, 127p.
- Ramírez B., V.H., Arcila P., J., Jaramillo R., A., et al. (2011) Variabilidad climática y la floración del café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafe N° 407*, Chinchiná, Colombia, 8p.
- Ramírez B., V.H., Gaitán B., A.L., Benavides M., P., Constantino, L.M., Gil, Z.N., Khalajabadi, S.S., González O., H. (2014) Recomendaciones para la reducción del riesgo en la caficultura de Colombia ante un evento climático de El Niño. *Avances Técnicos Cenicafe N° 445*, Chinchiná, Colombia, 12p.
- Ruiz-Cárdenas, R., Baker, P. (2010) Life table of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) in relation to coffee berry phenology under Colombian field conditions. *Scientia Agricola*, 67, 658-668.
- Ruiz-Cárdenas, R. (2015) Climate change assessment for Minas Gerais - Brazil with emphasis on coffee areas: Part I - Recent past (from 1961 to 2014). Technical Report produced for the Coffee & Climate Initiative, E.D.E. Consulting, Hamburg, 67p.



