

La caficultura y su relación con el clima



www.hrnstiftung.org
coffeandclimate.org



Presentación

El cambio climático es un fenómeno persistente e imprevisible que amenaza con comprometer la subsistencia de miles de agricultores, colocando en riesgo también el sector cafetalero. De acuerdo con Camargo (2010), la variabilidad climática, exacerbada en un ambiente de cambio climático, ha sido el principal factor responsable por las oscilaciones y frustraciones de la producción de café en Brasil. Frente a esta amenaza, la Iniciativa Café y Clima (c&c), con apoyo de Hanns R. Neumann Stiftung de Brasil, tiene por objetivo apoyar a los productores de café de Brasil a través de capacitaciones y de acceso a informaciones, para que sean capaces de responder efectivamente a los impactos negativos del cambio climático y aumentar la capacidad adaptativa de sus sistemas productivos.

Siguiendo este objetivo, la presente publicación presenta a los productores una visión general de la relación del clima con la caficultura en sus diversos aspectos, tales como la fenología de la planta, incidencia de plagas y enfermedades, calidad del café producido, entre otros, intentando concientizarlos sobre la forma en que el clima afecta la producción de café y sobre la importancia que este conocimiento puede tener en la planificación de mejores acciones de adaptación frente a eventuales variaciones climáticas.

Max Ochoa

Director Técnico, HRNS de Brasil

Para efectos de facilitar la lectura, se utilizan los términos: *productores* y *agricultores* a lo largo del reporte. Ambos términos incluyen a hombres y mujeres, representando a las familias productoras que se dedican a la agricultura.

I. La caficultura y su relación con el clima

El estudio de los eventos periódicos que ocurren durante el ciclo de vida de una especie y la forma en que éstos son influenciados por factores internos (su constitución genética) así como por variaciones ambientales, principalmente climáticas, (factores externos) se denomina fenología. En el caso del cafeto, la variabilidad climática, por ejemplo, variaciones de la temperatura del aire o en la distribución/intensidad de las lluvias, influye fuertemente tanto la productividad como la calidad de la bebida en un determinado ciclo productivo, debido a la interferencia directa del clima en las diferentes etapas del ciclo de vida de la planta.

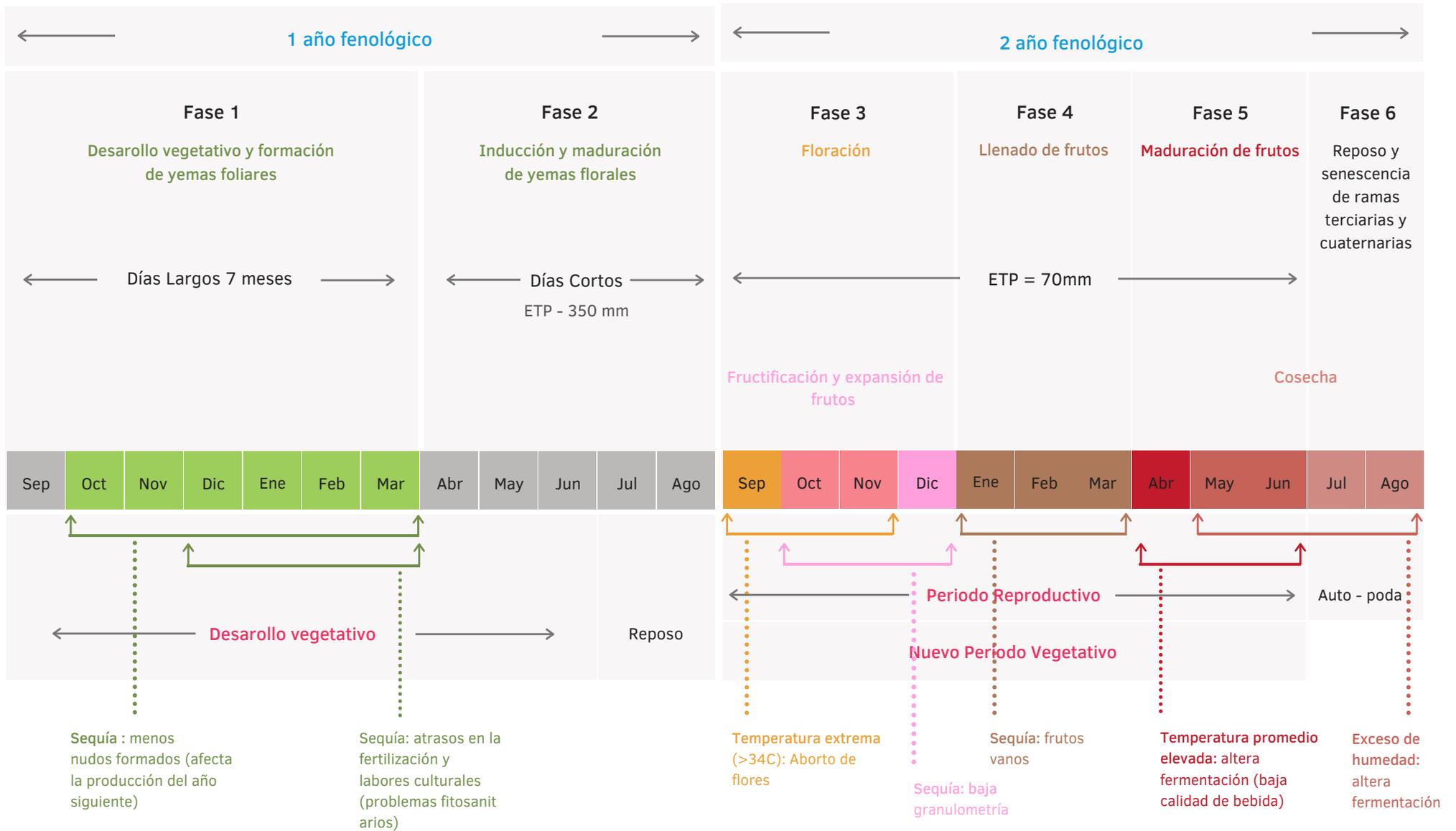
El conocimiento de los efectos del clima en el desarrollo del cafeto, durante sus diferentes fases fenológicas, tiene gran aplicación en el manejo del cultivo, al permitir el reconocimiento en el campo de las mejores épocas para la implementación de prácticas agrícolas (tales como fertilización, controles fitosanitarios, podas, riego, etc.), así como la planificación de nuevos cultivos sobre la base en la agrometeorología del cultivo. (Pereira, Camargo y Camargo, 2008)

El ciclo fenológico del café consiste en una secuencia natural de fases vegetativas y reproductivas que lleva dos años para ser completada debido a las especificidades en los hábitos de crecimiento y desarrollo de la planta. Así, el éxito de su producción está asociado al sincronismo entre sus fases fenológicas y el clima local. De acuerdo con Camargo y Camargo (2001) ocurren seis fases principales durante el ciclo fenológico del café arábigo en Brasil, las cuales se describen en el cuadro 1. Los principales efectos del clima en las diferentes fases del cafeto se resumen en la figura 1, y se detallan a continuación.



Cuadro 1. Fases fenológicas del café arábigo bajo condiciones brasileñas (adaptado de Camargo y Camargo, 2001)

1a Fase (desarrollo vegetativo)	<p>Consiste en la formación y desarrollo de nudos con yemas axilares que formarán las ramas laterales responsables de la producción de frutos en el próximo año. Esta fase ocurre durante los meses de días largos (septiembre a marzo) del primer año del ciclo fenológico de cafetales en producción, y prepara a la planta fisiológicamente para la cosecha del año siguiente.</p> <p>La cantidad de nudos y hojas formados en esta fase depende, en alto grado, de la disponibilidad hídrica y de energía (radiación solar y temperatura) que influye directamente en la próxima cosecha, dado que la cantidad de flores que el cafeto puede producir depende estrechamente del número de nudos de las ramas laterales.</p>
2a Fase (inducción floral)	<p>Caracterizada por la inducción de las yemas axilares (vegetativas), formadas en la primera fase, para yemas florales y su desarrollo hasta la formación de botones florales. Esta fase ocurre durante el período de días cortos (abril a agosto) y cierra el primer año fenológico del cafeto. En el final de esta fase (julio-agosto) las plantas entran en un período de reposo, preparatorio para la floración. Un estrés hídrico moderado en esta fase es necesario para el adecuado desarrollo de los botones florales.</p>
3a Fase (floración, fructificación y expansión de frutos)	<p>Es la primera fase del segundo año fenológico y comprende normalmente el período entre septiembre a diciembre. Se inicia con la floración alrededor de 8 a 15 días después de un "estrés hídrico" en los botones florales maduros, causado por la lluvia o el riego. Después viene la fecundación, el cuajado de frutos y la expansión en volumen de los frutos.</p>
4a Fase (llenado de fruto)	<p>Corresponde al llenado de frutos, cuando los líquidos internos del fruto se solidifican, formando los granos. Esta fase ocurre generalmente en el período de enero a marzo y es la fase de mayor demanda hídrica de la planta.</p>
5a Fase (maduración)	<p>Corresponde al proceso de maduración de los frutos. Comprende normalmente los meses de abril a junio. El tiempo necesario para la maduración dependerá del régimen de temperaturas durante ese período. Deficiencias hídricas moderadas en esta fase favorecen el proceso de maduración, contribuyendo a la calidad del café producido.</p>
6a Fase (senescencia)	<p>Corresponde al período de reposo de la planta y caída de las ramas no-primarias que ya produjeron (auto-poda). Normalmente ocurre en los meses de julio y agosto.</p>



ETP: Evaporación potencial

Figura 1: Esquematación de las fases fenológicas del café arábigo sobre condiciones climáticas de Brasil (adaptado de Camargo y Camargo, 2001), y los efectos principales del clima en cada una de ellas.

1.1 Relación entre el clima y la floración del cafeto

El déficit hídrico puede afectar negativamente el crecimiento vegetativo del cafeto y el desarrollo de los frutos, sin embargo, en niveles moderados es una condición necesaria para la adecuada floración. Cuando las flores alcanzan la etapa de botón entran en un período de reposo, que puede durar varias semanas. Para que la floración ocurra normalmente es necesario que exista un período de estrés hídrico en las semanas que anteceden a ésta, interrumpido por una lluvia o por riego. La cantidad de lluvia necesaria para estimular la floración dependerá del período de sequía, generalmente, entre 10 y 35 mm son considerados suficientes (Pereira, Camargo y Camargo, 2008).

Mientras más acentuado y prolongado sea el estrés hídrico, la floración será más abundante y quedará más concentrada. Por otro lado, la interrupción de esos períodos de deficiencia hídrica, por la ocurrencia de lluvias esporádicas, inducirá diversas floraciones de intensidad variable. Como consecuencia, habrá desigualdad en la maduración de los frutos, dificultando la cosecha y el control fitosanitario, con efectos en la calidad del café producido. Además de un déficit hídrico apropiado, las amplitudes térmicas (diferencias entre la temperatura diaria máxima y la mínima) superiores a 10°C también se han señalado como favorables para una adecuada floración. Por otro lado, el exceso hídrico durante los meses que anteceden a la floración tiene un efecto negativo en la formación de botones florales en el cafeto (Ramírez et al., 2011).

Existen diversos disturbios fisiológicos que afectan la floración y el pegado del fruto en grados variables dependiendo del nivel de estrés causado por el clima:

- Si el déficit hídrico intenso continúa después del inicio de la formación de botones florales, y si éste estuviera asociado a temperaturas máximas diarias muy altas para el cafeto (32°C o más durante varios días consecutivos), puede ocurrir el aborto de flores y, en caso extremo, la atrofia floral conocida como "flor estrella", una anomalía en que la estructura floral no se desarrolla normalmente, y permanece entumecida, lo que inviabiliza la producción de los frutos. La formación de yemas florales en épocas fuera del período normal de floración o la maduración inadecuada de estas yemas, por falta de períodos secos definidos, también favorece la aparición de flores estrellas.
- Cuando la floración ocurre bajo condiciones de poca lluvia (10 a 20 mm), aparecen los botones llamados "granos de arroz". En esta situación, el agua disponible no es suficiente para estimular el crecimiento completo de los botones florales y la apertura de las flores. Estos botones entonces se tornan amarillentos y acaban cayendo, sin que se abran en flores. Esto significa que no darán frutos, pues la fecundación no ocurre.



- Con un poco más de agua disponible, pero aun en cantidades no ideales, los pétalos de las flores pueden quedarse pequeños y algunas de ellas sólo abrirán parcialmente. Sin embargo, bajo esta condición no se esperan pérdidas.
- En años de sequía y calor excesivos, cuando hay ramas secas y defoliación de cafetales, la floración es perjudicada por la muerte de yemas y por el menor pegado de flores, pues las reservas que se acumulan en las hojas remanentes son insuficientes para suplir las necesidades de la planta (Matiello, 2014b).
- Por otra parte, en los cafetales en los que el inicio de la floración coincide con un período de lluvia intensa y continua, los botones tienden a permanecer en reposo por un mayor tiempo, retardando la apertura de las flores. En muchos casos los botones se quedan grandes y acaban cayendose antes de abrir, o las flores se abren con aspecto anormal.

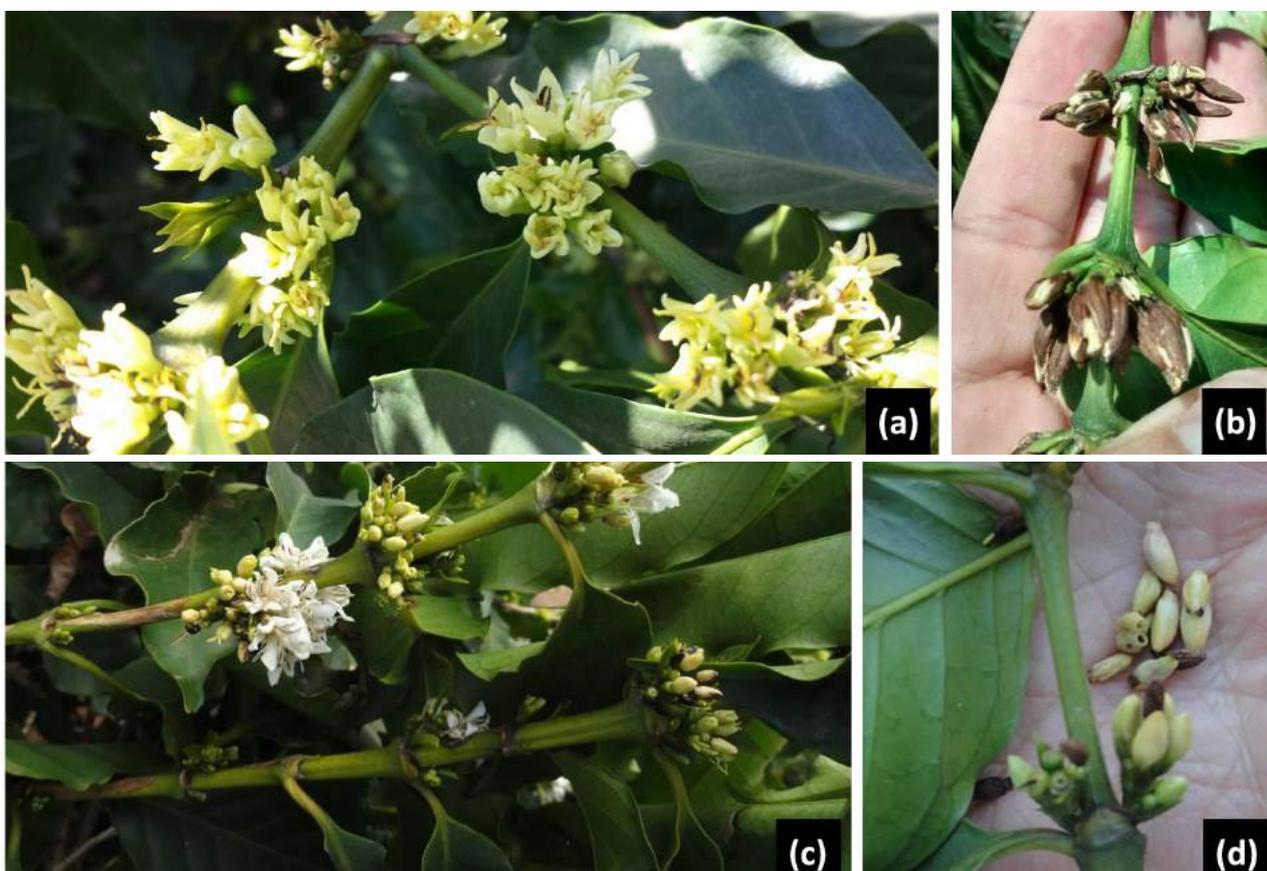


Figura 2. (a) Flores anormales abiertas; (b) botones secos antes de abrir debido al déficit hídrico intenso y a altas temperaturas; (c) flores pequeñas, otras semi abiertas, botones amarillentos sin abrir y algunos botones "granos de arroz"; (d) botones tipo "granos de arroz" en detalle, algunos de ellos ya secos. Fotos: Alysson Fagundes (a,b) y J.B. Matiello (c,d).



Figura 3. Efectos de la deficiencia hídrica en el desarrollo de los frutos del café arábigo. (a) fruto normal; (b) fruto mal llenado; (c) corazón negro; (d) frutos vanos flotando en el agua debido al menor peso en relación con los frutos normales (sumergidos). Fotos: Luiz Antonio Russo Furlan.

1.3 Relación entre el clima y la calidad de la bebida

Los factores ambientales afectan directamente el desarrollo de los frutos y la calidad del café producido. Uno de los factores señalados como de mayor importancia en la producción de cafés de calidad es la temperatura del aire, que influencia la duración del ciclo fenológico del cultivo, condicionando así la época y las circunstancias de la cosecha.

El aumento de la temperatura acelera el desarrollo del fruto del cafeto, disminuyendo la duración de su ciclo. Con ello, la maduración de los frutos puede ocurrir aún durante la estación lluviosa, repercutiendo directamente en la calidad del café producido, pues en esa situación, la fermentación natural, en el interior de los frutos, se produce rápidamente. Así, cuando el café alcanza la etapa de maduración, la humedad del aire aún estará alta, proporcionando condiciones para que ocurran fermentaciones adicionales indeseables, que son perjudiciales para la calidad de la bebida (Camargo, 1985).

1.2 Relación entre el clima y el desarrollo de los frutos

El tiempo transcurrido entre la floración y la maduración de los frutos depende del régimen de temperatura (en lugares más cálidos ese período es más corto) y de la disponibilidad hídrica, pudiendo variar entre 7 y 9 meses, en el caso del café arábigo, y entre 10 y 12 meses para el café robusta.

El efecto de la deficiencia hídrica sobre el desarrollo de los frutos varía de acuerdo con la etapa del fruto en el cual el estrés hídrico ocurre:

En las primeras cinco semanas una deficiencia hídrica severa puede resultar en secado de frutos. En la fase de fructificación el déficit hídrico retrasa el crecimiento de los frutos resultando en granulometría baja, es decir, el fruto se desarrolla, pero tendrá un tamaño inferior al normal. Ya en la fase de crecimiento acelerado de los frutos (80 a 120 días) la deficiencia hídrica, principalmente cuando está asociada a altas temperaturas, compromete los procesos fisiológicos involucrados en el llenado de los granos ocasionando los siguientes defectos:

- aumento de la incidencia de **frutos vanos**, es decir, frutos que presentan uno o dos de sus segmentos vacíos (sin los granos-semillas);
- **frutos mal llenados**, aquellos en los que las semillas no se desarrollan plenamente, quedándose más delgadas y con menor peso;
- **frutos pequeños**, problema comúnmente asociado a frutos de floraciones tardías que además de sufrir con el estrés hídrico y térmico, son perjudicados, por la carga y el uso de las reservas del cafeto preferencialmente por los frutos de la primera floración;
- "**corazón negro**", es decir, frutos de aspecto normal que al ser cortados presentan sus segmentos parcial o totalmente ennegrecidos. Este fenómeno tiene efecto tanto en el volumen de café producido, como en su calidad.

Otro efecto de la deficiencia hídrica en el período de octubre a marzo es el retraso en la fertilización y la realización de labores culturales, lo que además de comprometer el rendimiento y el desarrollo vegetativo, deja el cultivo más vulnerable al ataque de plagas y enfermedades.

En la fase de maduración el estrés hídrico tiene efectos menos severos, pues el fruto ya se encuentra completamente desarrollado.

En el extremo opuesto, temperaturas bajas retrasan el desarrollo de frutos y su maduración, de manera que la fase de maduración pueden llegar a sobreponerse o sobrepasar la siguiente fase de floración, perjudicando el desarrollo vegetativo y la producción del cafeto. La coincidencia de la fase de maduración y cosecha con el inicio de la próxima estación lluviosa además dificulta las operaciones de cosecha, transporte, secado y preparación del café en el patio de secado y afecta la calidad de la bebida.



Figura 4. Frutos de café con incidencia de hongos perjudiciales para la calidad de la bebida. Foto: J.B. Matiello.

1.4 Relación entre el clima y los problemas fitosanitarios del café

La temperatura es el factor ambiental que más influye el desarrollo de los insectos, pues estos organismos no regulan su temperatura corporal, sino que esta depende de la temperatura ambiente. En términos fisiológicos, un insecto debe acumular cierta cantidad de calor para completar su ciclo de vida. El aumento de la temperatura acelera la velocidad de su metabolismo y, por consiguiente, aumenta su número de generaciones durante el año. Por lo tanto, la temperatura es determinante en las variaciones estacionales y regionales sobre los niveles de infestación de las principales plagas del café en Brasil (la broca del café, la mosca minadora y el ácaro rojo), que son favorecidos por el incremento de la temperatura del ambiente durante períodos secos y calientes. Las condiciones micro-climáticas del cafetal también determinan los lugares de mayor o menor infestación, pues los insectos naturalmente tienden a buscar los ambientes más adecuados para su desarrollo.

Por otro lado, períodos de sequía y calor excesivo ofrecen un escenario desfavorable para el desarrollo de algunas enfermedades del café, tales como *Pseudomonas*, *Phoma sp.* y *Hemileia vastatrix*, pero pueden crear condiciones propicias para otras como *Cercospora sp.* El exceso de humedad, en el suelo y en el ambiente, favorece la presencia de enfermedades como el Mal rosado (*Corticium salmonicolor*) y la Rosellinia (*Rosellinia sp.*).

A continuación, se describen brevemente las condiciones climáticas con mayor efecto en las principales plagas y enfermedades del cafeto en Brasil.

Minador de las hojas del cafeto (*Leucoptera coffeella*)

Esta es una especie estacional, cuyas poblaciones son fuertemente influenciadas por la lluvia y la temperatura, siendo su actividad más intensa durante períodos calientes y secos. Por otro lado, las poblaciones de la plaga se reducen cuando se inicia la estación lluviosa. En la región sudeste de Brasil las mayores infestaciones ocurren en el período de sequía que, generalmente se inicia en abril y dura hasta septiembre/octubre. Niveles altos de infestación también son frecuentes durante el verano, en años en que hay interrupción de la estación lluviosa debido a veranillos o en casos de sequía intensa. Cultivos con fertilización deficiente y aquellas en que fueron aplicados insecticidas y fungicidas de forma generalizada para el control de otras plagas y enfermedades también son más susceptibles al ataque de esta plaga. Los daños al cafetal son causados por las larvas del insecto, que construyen galerías en las hojas, causando necrosis de la superficie foliar, disminuyendo así la capacidad fotosintética de la planta. Cuando las infestaciones son severas, pueden provocar graves niveles de defoliación.

En las condiciones de tiempo seco, es la temperatura que determina la velocidad de aumento poblacional del minador de hoja, pues por cada grado que se aumente, se obtiene una generación adicional de la plaga, debido al menor tiempo necesario para completar el ciclo de vida del insecto (Constantino, 2011). Sin embargo, temperaturas máximas extremas (35°C) son limitantes para la supervivencia de las larvas.



Figura 5. Fuerte ataque de minador de hoja del café, durante un período prolongado de sequía. Fotos: J.B. Matiello (a) y Cenicafé (b).

Broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Es una de las plagas que provoca mayores perjuicios a la caficultura, pues, ataca los frutos, afectando directamente la producción y la calidad de los granos. La dinámica poblacional del insecto está estrechamente relacionada con la oferta de frutos en el cafetal y con las características de estos frutos para funcionar como su refugio, fuente de alimento y lugar de ovoposición. La infestación puede ocurrir a partir del estado de fructificación, pero las mejores condiciones para la ovoposición ocurren a partir de los 120 días después de la floración, cuando el fruto se vuelve más consistente (Ruiz-Cárdenas y Baker, 2010).

La broca del café presenta una tolerancia térmica amplia y consigue desarrollarse en ambientes con temperaturas entre 14,9°C y 32°C, teniendo su mejor desarrollo entre 25°C y 27°C (Jaramillo et al., 2009). Por lo tanto, temperaturas altas y períodos prolongados de déficit hídrico son favorables al insecto, pues en esas condiciones su ciclo de vida se acelera, determinando un mayor número de generaciones de la plaga al año (Ramírez, et al., 2014). La emergencia de brocas adultas de los frutos sobremaduros y secos, que quedan después de la cosecha en la planta y en el suelo, se da con el inicio de las primeras lluvias. Tal emergencia de brocas aumenta considerablemente cuando las primeras lluvias son precedidas por períodos prolongados de déficit hídrico (Constantino et al., 2011).

Ácaro rojo (*Oligonychus ilicis*)

Esta especie sobrevive en la parte superior de las hojas del cafeto, raspando y perforando las células de las hojas para succionar su contenido celular. Este proceso induce la fuga de líquidos que están dentro de la célula hacia la superficie de la hoja que, al entrar en contacto con los rayos solares, causan una quemadura, dejando las hojas con el aspecto "bronceado" y causando una reducción en la capacidad fotosintética de la planta.

La infestación es mayor en épocas de clima seco, principalmente en veranillos y durante la estación de invierno, ocurriendo con más intensidad en los años en que el invierno presenta temperaturas más elevadas de lo normal. La combinación de altas temperaturas y sequías, después de un período de lluvias intensas, también puede provocar infestaciones generalizadas, incluso en otras épocas del año. Por otro lado, el agua es perjudicial para el desarrollo del ácaro, que en condiciones de riego o durante un período lluvioso es difícil encontrar ataques de esta plaga. Las situaciones de desequilibrio poblacional de los enemigos naturales causadas por el uso de insecticidas y fungicidas de amplio espectro también favorecen la aparición del ácaro.



Figura 6. Fuerte ataque de ácaro rojo en cafetales, durante un período prolongado de sequía. Fotos: J.B. Matiello (a) y Daniel Veiga (b).

Ojo de gallo, Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*)

Este hongo ataca hojas y frutos del cafeto, provocando defoliación, ramas productivas secas, frutos vanos, malformación y caída de frutos. La severidad de la enfermedad está directamente asociada al debilitamiento o estrés de las plantas, causado por desequilibrios/deficiencias nutricionales, agravados por alta carga fructífera, por problemas físicos del suelo que impiden el buen desarrollo del sistema radicular, y/o por anomalías climáticas como deficiencia hídrica en los períodos críticos del cultivo, exceso de insolación, entre otras.



Figura 7. Fuerte ataque de ojo de gallo (*Cercospora coffeicola*) en frutas y hojas del cafeto. Fotos: J.B. Matiello.

Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)

La evolución de esta enfermedad en cafetales está asociada a la combinación de tres factores, el ambiente (condiciones climáticas), el hospedero (cafeto) y el patógeno, habiendo interacción entre ellos. Los factores climáticos favorables a la enfermedad son temperatura en el rango de 20°C a 25°C y humedad en niveles adecuados para la germinación de las esporas, condición favorecida por las lluvias frecuentes, principalmente las lluvias finas, por el rocío nocturno y por ambientes sombreados.

Así, los niveles de inoculación del hongo generalmente aumentan entre noviembre y abril, período en que se presentan altas temperaturas y lluvias constantes. Con eso, las mayores infecciones ocurren enseguida, de junio a agosto. La carga pendiente (producción estimada) en las plantas también ha sido señalada como un factor importante en la evolución de la enfermedad, pues cuanto mayor será la producción, más susceptible estará el cafeto al ataque de roya. Las temperaturas medias inferiores a 20°C que se presentan comúnmente en las áreas cafetaleras de la región sudeste de Brasil en los meses de invierno, reducen significativamente el potencial de inoculación del hongo.

En condiciones de altas temperaturas y sequías o lluvias torrenciales, puede haber remoción (lavado) de las esporas que cubren las pústulas de roya en las hojas (es decir, las estructuras de color anaranjado responsables de la multiplicación y diseminación del hongo en la planta), causando el aborto de la infección.



Figura 8. Lesiones abortadas de roya en hojas de café arábigo (destacadas por los círculos en rojo). Fotos: J.B. Matiello.

Muerte descendente del Cafeto (*Phoma* sp.)

Es una enfermedad fúngica que ataca hojas, ramas nuevas, flores y frutos del cafeto. El mayor perjuicio ocurre en los períodos de floración y post-floración, causando la caída de botones florales, momificación y caída de los frutos recién formados. Además, la enfermedad causa marchitamiento y posterior muerte del brote principal (apical) y de las ramificaciones laterales hasta el cuarto/quinto nudo, y defoliación, resultando en pérdidas en la producción. La enfermedad es favorecida por condiciones climáticas en que coinciden temperaturas bajas y humedad relativa elevada en relación al período de lluvias, principalmente cuando las lluvias son finas y hay entrada de frentes fríos. Estas condiciones ocurren principalmente en cafetales instalados en regiones montañosas de altitud elevada como los encontrados en las mesoregiones Zona de Mata, Alto-Paranaíba y Sur de Minas Gerais, así como en Espírito Santo y Bahía. Las zonas sujetas a la incidencia de vientos fríos también son favorables a la enfermedad. La intensidad del ataque también es mayor en fincas con cafetales estresados, que sufrieron defoliación por diversas causas, incluyendo las sequías prolongadas (Matiello, et al.,2013). Por otro lado, la elevación de las temperaturas tiende a paralizar el desarrollo del hongo, llevando a una menor incidencia de la enfermedad en años más calurosos y secos.



Figura 9. Fuerte ataque de Phoma en hojas de cafeto. Foto: J.B. Matiello.

1.5 Otros trastornos fisiológicos causados por el clima

Escaldadura o Quemazón de tejido

Daño de tejido que se caracteriza por el amarillamiento y la quema de hojas y frutos de los cafetales debido a la acción del sol. Estos síntomas ocurren cuando la planta absorbe una gran cantidad de energía solar y no logra disiparla, causando un daño oxidativo que se manifiesta por la degradación de clorofila en las hojas y la necrosis (muerte) de los tejidos de la planta (Matiello, 2014c). La sequía y las altas temperaturas acentúan este trastorno en los cafetales. Los efectos de la escaldadura se traducen en la reducción del área foliar apta para hacer fotosíntesis, así como en la quema de frutos y formación de frutos vanos, afectando significativamente la producción.



Figura 10. Detalles de la quemazón de tejido en hojas (a) y en frutos (b) del cafeto. Fotos: Lena Oliveira (a) y J.B. Matiello (b).

Emisión de brotes "chupones"

Comercialmente el café arábigo se conduce con un solo eje o tallo principal. Sin embargo, este tallo principal tiene yemas latentes, que, en casos de estrés o quiebra de dominancia apical, emiten brotes verticales, llamados "chupones", que darán origen a nuevos ejes. El efecto de la sequía en el cultivo ha sido señalado como un factor responsable por el aumento de la emisión de ese tipo de brotes en el tronco de los cafetales (Matiello y Almeida, 2014). El estrés hídrico y la alta insolación causan la defoliación de las plantas, permitiendo que la radiación penetre con mayor facilidad el tronco de los cafetales, estimulando la quiebra de dormancia de las yemas y por consiguiente la formación de estos brotes indeseables.



Figura 11. Cafeto del cultivar Acaiá, con intensa brotación en el tronco, por efecto de la sequía. Foto: J.B. Matiello.

Muerte de raíces, abscisión de hojas y secado de ramas

Aunque estos fenómenos ocurren naturalmente a lo largo del ciclo fenológico del cafeto, se intensifican en presencia de altas temperaturas, asociadas a una baja humedad del suelo. Como consecuencia, habrá una reducción sustancial del crecimiento vegetativo y menor formación de nudos productivos, lo que se traduce en menos flores y frutos formados en la planta, comprometiendo la producción del próximo año.

Un indicativo del estrés hídrico en cafetales con sistema radicular deficiente, expuestos a períodos de sequía, es la presencia de hojas viejas que se quedan completamente amarillas y luego se caen. Este síntoma se produce incluso en ramas sin carga. Con pocas raíces, las plantas sienten más el estrés y demuestran más rápidamente la falta de agua (Matiello, 2014).



Figura 12. Cafetales con hojas viejas amarillentas, resultado del estrés hídrico severo, inducido por un sistema radicular deficiente. Foto: J.B. Matillo.

Partidura de frutos

Esta anomalía puede ser causada por el efecto de mucha humedad, debido a períodos de lluvia, en la fase de maduración del fruto. El trastorno puede ocurrir de dos formas. La primera, más común, ocurre debido a un crecimiento rápido del fruto causado por un desequilibrio hídrico, asociado al exceso de humedad en el suelo. En estos casos la partidura es más común en posición longitudinal, entre las dos semillas del fruto, y en casos más graves llega a dividir el fruto al medio. La segunda forma está igualmente relacionada con el crecimiento rápido del fruto, pero también a la presencia de una semilla vana en su interior. Así, al crecer la cáscara del fruto termina rajando, longitudinalmente, en el lado de la semilla vana (Matiello y Almeida, 2013).

En los dos casos, la partidura de los frutos aceleran la maduración de los mismos y son una puerta de entrada para hongos responsables por fermentaciones indeseables, que comprometen la calidad de la bebida.



Figura 13. Rajaduras longitudinales en frutos de café por efecto de crecimiento rápido asociado a alta humedad por lluvias (a); pudrición de la corteza de frutos rajados debido a la acción de hongos causantes de fermentaciones indeseables (b). Fotos: J.B. Matiello.

2. La variabilidad climática en Minas Gerais

Minas Gerais es el mayor estado productor de café en Brasil, responsable de más de la mitad de la producción nacional. Los riesgos relacionados con el clima amenazan la producción de café de los productores y de sus familias año tras año. Ejemplos recientes son la sequía severa ocurrida en 2014 y, en menor escala, a comienzos de 2015 o los frecuentes daños causados por granizo en la región Sur del estado.

Una caracterización detallada de la variabilidad climática en Minas Gerais durante los últimos 50 años demostró aumentos significativos de temperatura en todas las regiones del estado en ese período, en todas las estaciones del año, siendo más acentuados en la primavera, el principal período de floración, y en el verano (Ruiz-Cárdenas, 2015). Sin embargo, se observaron diferencias regionales en la magnitud de esta tendencia de calentamiento. Así, la mesoregión de la Zona de la Mata presentó los menores incrementos de temperatura en ese período, mientras que las mesoregiones Norte y Noroeste tuvieron los mayores aumentos. En las mesoregiones Campo das Vertentes, Sur / Sudoeste y Oeste de Minas, este incremento fue moderado.

Igualmente se constataron diferencias en la distribución de lluvias a lo largo del año, con el Sur de Minas presentando incrementos en el total de precipitación acumulada durante el primer trimestre del año (época de la fructificación), mientras que las regiones Norte y Nordeste tuvieron el comportamiento opuesto, es decir, fuerte disminución de la lluvia acumulada en ese período (Figura 14).

Por otro lado, hubo una disminución en el volumen de lluvia acumulada en el último trimestre del año en la mayor parte del estado, excepto en la región Este. La estación seca, que va de abril a septiembre, no presentó cambios significativos en sus niveles de precipitación.

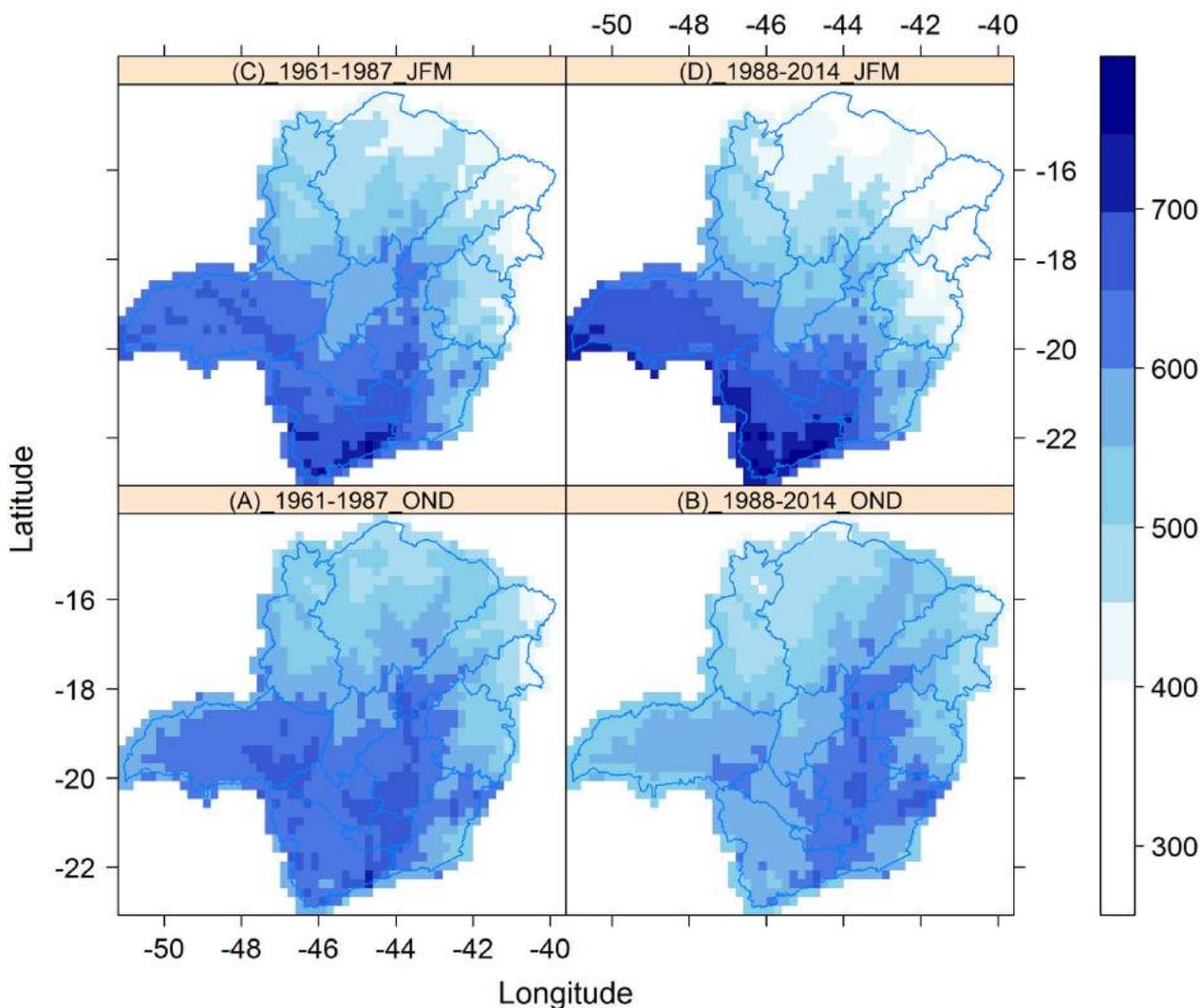


Figura 14. Precipitación media acumulada (mm por trimestre) en Minas Gerais durante los trimestres de la estación lluviosa (octubre a diciembre – OND y de enero a marzo – EFM) en los períodos 1961-1987 (izquierda) y 1988-2014 (derecha).

Por otro lado, veranillos intensos, es decir, períodos secos de más de 14 días consecutivos durante la estación lluviosa, son actualmente más frecuentes durante los primeros tres meses del año, principalmente en el Oeste y el Sur de Minas Gerais, como muestra la Figura 15. Lo que demuestra una mayor variabilidad en la distribución de las lluvias en la región, pues al mismo tiempo que el volumen total de lluvia en ese trimestre ha aumentado, la frecuencia de veranillos y de lluvias intensas en el mismo período también aumentó.

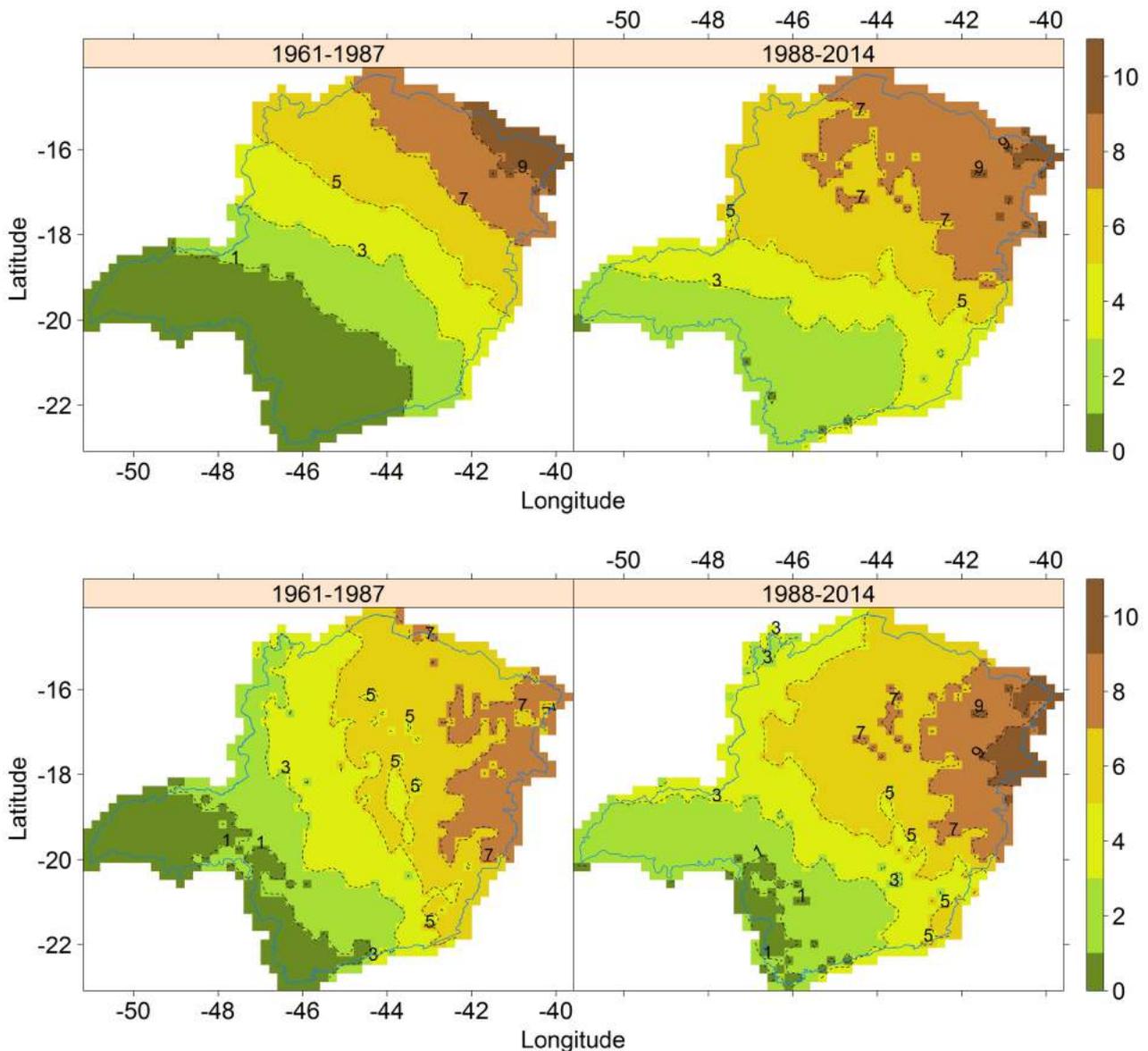


Figura 15. Mapas de contorno del número de veranillos intensos (con más de 14 días de duración) registrados en enero (mapas en la parte superior) y febrero (mapas en la parte inferior) en Minas Gerais en los períodos 1961-1987 (izquierda) y 1988 -2014 (derecha).

El estudio concluye que las principales regiones productoras de café del estado (Sur de Minas y Matas de Minas) no cambian su estatus de áreas aptas para la producción del grano, en términos de disponibilidad hídrica y régimen de temperatura (Figura 16), a pesar de que la variabilidad climática en estas regiones ha sido mayor en las últimas décadas. Así, anomalías climáticas severas pueden ocurrir en un determinado período, como fue el caso de 2014, con la consiguiente disminución de producción. Por otro lado, el uso de riego actualmente es esencial para conseguir producir café en muchas áreas de las regiones Oeste y Norte del estado.

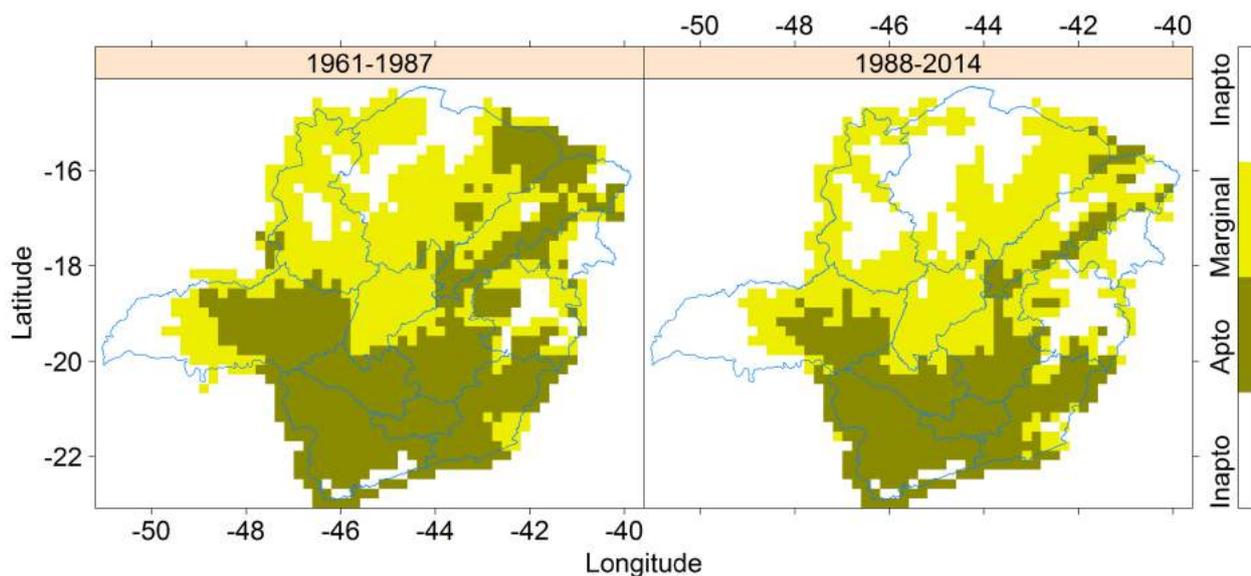


Figura 16. Zonificación agroclimática del café arábica en Minas Gerais para los períodos 1961-1987 (izquierda) y 1988-2014 (derecha), de acuerdo con los criterios temperatura media anual y déficit hídrico promedio anual. Apto: 18-23°C y menos de 150mm; marginal: 18-24°C y más de 150mm o 23-24°C y menos de 150mm; no apto: menos de 18°C o más de 24°C y más de 150mm.

3. Consideraciones finales

Ante un escenario de variabilidad climática exacerbada es importante comprender e identificar los factores ambientales que pueden impactar, favorablemente o desfavorablemente, los diferentes estados fenológicos del cafeto (floración, desarrollo de los frutos, crecimiento vegetativo, etc.). El entender las interrelaciones, unido al monitoreo del clima local, es de gran ayuda como soporte en la toma de decisiones, así como en la planificación e implementación de las prácticas culturales como fertilización, manejo fitosanitario, control de malezas espontáneas, entre otras. Este conocimiento al mismo tiempo posibilita cuantificar el efecto de la variabilidad climática sobre el cultivo y avanzar en la estimación de sus potenciales efectos sobre la producción.

El registro oportuno de las épocas de floración del café y de su intensidad, junto con el acompañamiento de las condiciones climáticas de la región, permite proyectar las curvas de desarrollo de los frutos y, a partir de ahí, identificar, por ejemplo, las épocas de mayor demanda de agua y nutrientes en el cafetal, lo que a su vez permite programar las épocas oportunas de fertilización. También es posible identificar las épocas críticas para el ataque de plagas como la broca del café, así como épocas de mayor susceptibilidad de los frutos a eventos climáticos extremos como altas temperaturas y sequía intensa, que pueden comprometer la producción y la calidad del café producido.

Literatura citada

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 cafeto en Colombia. Avances Técnicos Cenicafé 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 Cenicafé 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.

Literatura citada

Camargo, A.P. (1985) Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20, 831- 839.

Camargo, A.P., Camargo, M.B.P. (2001) Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro 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 cafeto: Una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Avances Técnicos Cenicafé N° 409*, Chinchiná, Colombia, 12p.

Constantino, L.M., Gil, Z.N., Jaramillo, A., Benavides M., P., Bus llo, 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 38º Congresso 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 ífero. *Folha Técnica Procafé N° 259*.

Matiello, J.B. (2014c) Escaldadura em folhas e frutos do cafeeiro. *Folha Técnica Procafé N° 267*.

Para más información, visitar:

www.hrnstiftung.org

coffeeandclimate.org