



AVANCES TÉCNICOS

245

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Noviembre de 1997

Desarrollo floral del cafeto en la zona cafetera central (Chinchiná-Caldas)

Gloria Cecilia Camayo-Vélez *; Jaime Arcila-Pulgarín **



* Licenciada en Biología. Universidad del Cauca. Disciplina Fisiología Vegetal. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná Caldas Colombia.

** Investigador Principal I. Disciplina Fisiología Vegetal. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná-Caldas, Colombia.

A pesar de su importancia, el proceso de la floración ha sido muy poco estudiado en Colombia, desde el punto de vista fisiológico y de su cuantificación. Solamente se tiene un conocimiento general y cualitativo sobre las épocas de apertura de las flores en las distintas regiones, conociéndose muy poco acerca de las diferentes etapas involucradas en el proceso y los factores que las afectan (1, 14). Cuando se hace referencia a la floración del cafeto el proceso se asocia principalmente con la apertura de las flores (antesis); sin embargo, éste es un fenómeno bastante complejo que se inicia varios meses antes de que ocurra la apertura. Desde el momento en que se produce el estímulo de la inducción floral hasta que ocurre la antesis transcurren varios meses y se presentan diferentes etapas y estados del desarrollo, los cuales están afectados por factores endógenos y medio ambientales particulares.

A continuación se presentan los resultados de las evaluaciones sobre el desarrollo floral del cafeto y se discute la importancia de conocer la periodicidad de las diferentes etapas de la floración en condiciones de la zona cafetera Central Colombiana.



¿Como se forman las flores en el cafeto?

En el cafeto, en cada nudo del tallo o de las ramas, se presentan dos axilas foliares opuestas. En cada una de estas axilas se forman de 4 a 5 yemas ordenadas en forma lineal, razón por la cual se les denominan: yemas seriadas. A partir de estas yemas se diferencian flores o ramas (Figura 1).

Cuando las yemas se encuentran ubicadas sobre el tallo principal, la primera de ellas, que a su vez es la de mayor edad, da origen úni-

camente a brotes horizontales (ramas primarias); se forma un par de ramas primarias por nudo (Figura 1A). La yema siguiente de la serie origina brotes verticales ("chupones") (Figura 1E). Las otras yemas permanecen latentes o eventualmente forman flores caulinares (que crecen sobre el tallo, Figura 1C).

Cuando las yemas se ubican en las axilas foliares de las ramas, su destino principal será formar flores

y aquellas que no se diferencian en flores, forman ramas secundarias o terciarias (figuras 1B, 1D y 1F). Sobre cada yema se forman 4- 6 flores y el conjunto se conoce generalmente como inflorescencia o glomérulo (Figura 2).

La cantidad de flores que se forman en un momento determinado, depende de la cantidad de nudos formados previamente en cada rama.

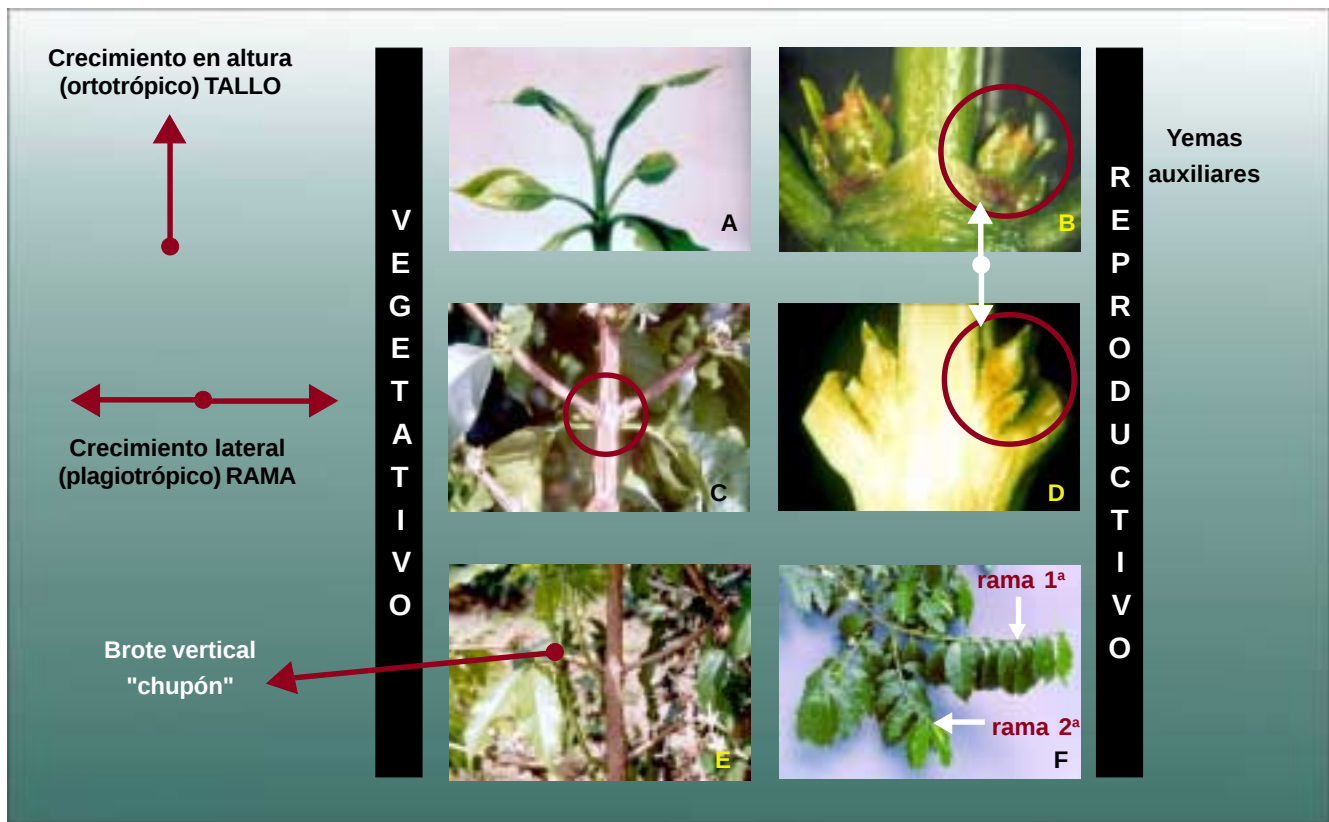


Figura 1. Estructuras características del desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de café. **A.** Crecimiento ortotrópico y plagiotrópico. **C.** Flores caulinares. **E.** Ramas primarias y chupones. **B y D.** Yemas auxiliares y **F.** Rama primaria y secundarias.

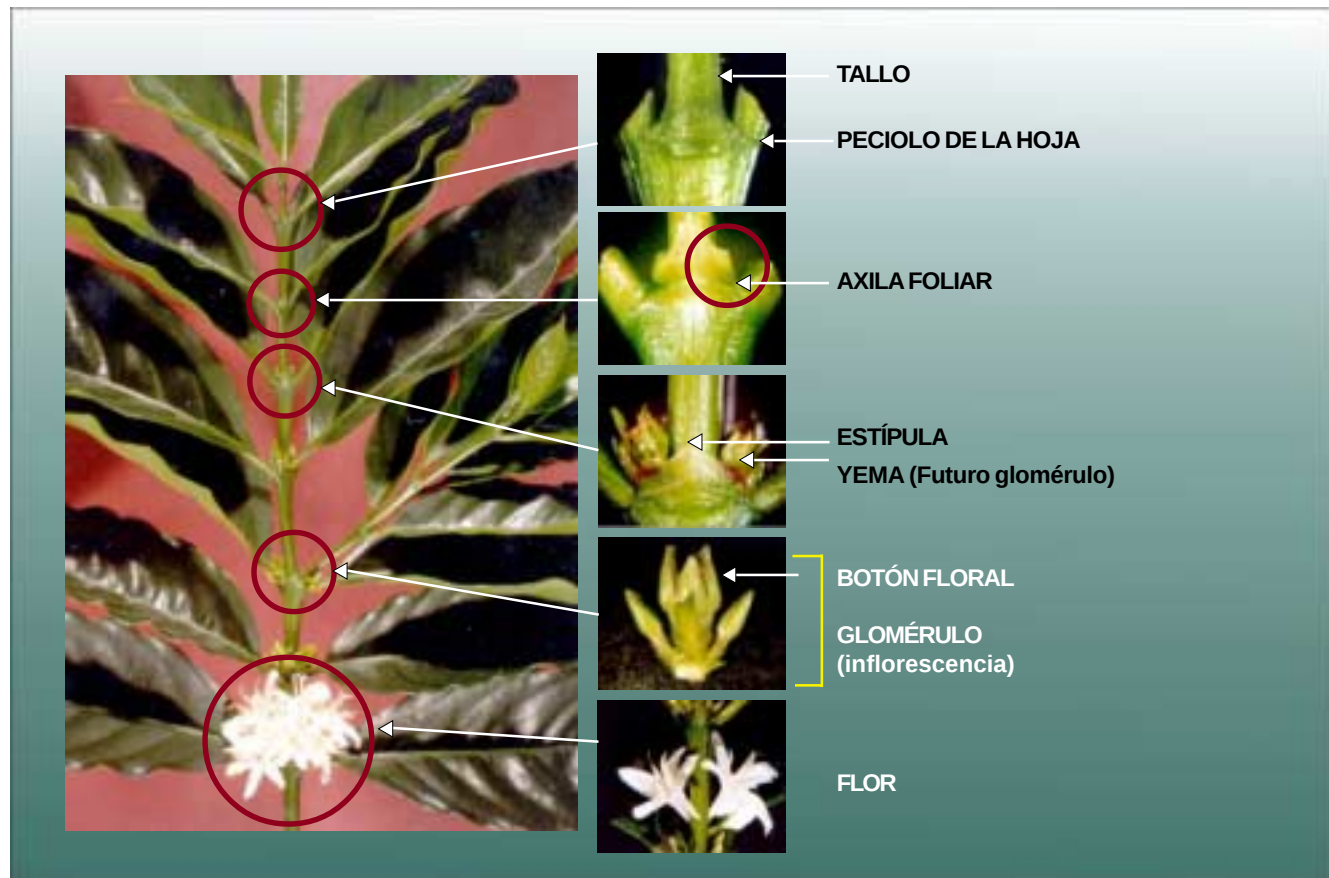


Figura 2. Morfología de los nudos según el desarrollo floral en las ramas del café. *C. arabica* L. var. Colombia

Etapas del desarrollo floral del cafeto

El desarrollo floral del cafeto ocurre de la siguiente manera; primero, se desarrollan 3 a 5 yemas en cada axila foliar de cada nudo y luego de 4 a 6 botones florales en cada yema axilar.

En el proceso de formación de las flores del cafeto se presentan diferentes etapas: inducción, iniciación, diferenciación y desarrollo de las yemas, diferenciación y desarrollo de los botones florales, latencia, preantesis y finalmente, apertura de las flores, también conocida como antesis (2, 15) (Figura 3).

La inducción es el primer evento en el desarrollo floral; es un proceso fisiológico interno y es externamente imperceptible. Es favorecido por fotoperíodos cortos; esto significa que la duración del día no debe ser mayor 13,5 horas (tiempo crítico) (6,12). En las regiones donde se cultiva el café en Colombia, esta condición ocurre permanentemente ya que cuando se presentan los días mas largos en el mes de Junio, la longitud del día es 12,1 a 12,4 horas, y los días más cortos se localizan en diciembre, con longitudes que fluctúan entre 11,4 y 11,9 horas. Por lo

anterior, se ha sugerido que en nuestro medio, factores diferentes al fotoperíodo, como la temperatura, juegan un papel determinante en la inducción floral (7, 8, 15).

el ápice de la inflorescencia. Luego, hay elongación de los futuros botones y aparecen adheridos entre sí, todavía sin abrir y conformando una inflorescencia multifloral. Esta etapa es controlada por la disponibilidad hídrica y energética, las hormonas y los nutrimentos (11, 15).

Cuando los botones florales alcanzan un tamaño de 4 a 6 mm y todavía son de color verde, detienen su crecimiento y entran en un estado de latencia que puede durar 30 días o más. Esta inactividad es aparentemente una verdadera latencia inducida por la exposición continua de la yema a deficiencias hídricas o a factores endógenos de la planta.

La antesis es la fase final del desarrollo de la flor y está condicionada por la suspensión de la latencia inducida por los factores mencionados; un alivio súbito del déficit de agua por lluvia o riego, o una reducción de temperatura, o aplicaciones de hormonas como el ácido giberélico (AG3), ocasionan la suspensión de la latencia y la renovación rápida del crecimiento del botón floral que aumenta su longitud 3 o 4 veces y torna blanco.

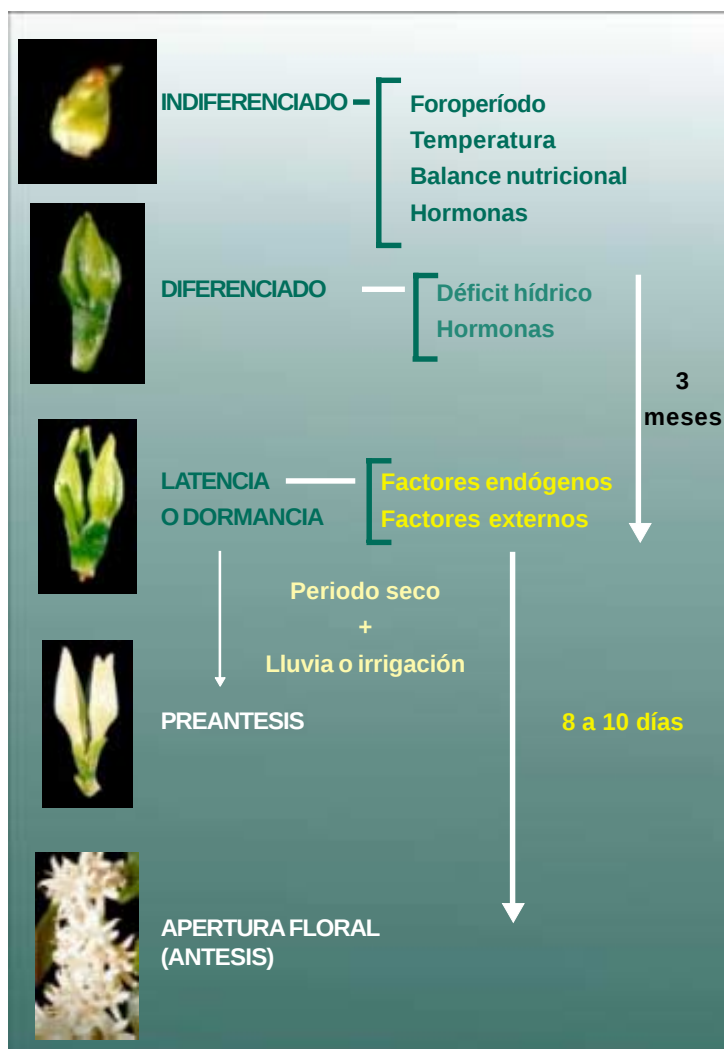


Figura 3. Etapas del desarrollo de la inflorescencia del cafeto

Después de la inducción, se inicia la diferenciación y el desarrollo de los botones florales que comienza a observarse como hinchamientos en

Después de 10-12 días de ruptura de la latencia por alguno de estos estímulos, se produce la apertura de las flores (1,13).

Periodicidad del desarrollo floral en las condiciones de Chinchiná - Caldas

Con el objeto de conocer la periodicidad del desarrollo floral en condiciones de chinchiná, se llevaron a cabo evaluaciones durante el período Abril 1994 - Marzo 1995. Para tal efecto y con base en el grado de desarrollo de las yemas florales, se identificaron cinco estados de desarrollo en los nudos de las ramas, : E1, E2, E3, E4 y E5 (Figura 4). Se hizo su seguimiento semanal durante el período indicado (3, 4). Los resultados de estas evaluaciones se presentan a continuación:

Nudos indiferenciados (Estado E1): De acuerdo con la morfología externa del nudo se presentó una etapa inicial en la que no se observaron señales de desarrollo de yemas axilares. Estos nudos correspondieron generalmente al primero o segundo, a partir del ápice de ramas de 2 meses de edad.

Nudos con estípulas engrosadas (Estado E2): En este estado del desarrollo de los nudos hubo un engrosamiento de la axila foliar causado por la presencia de yemas axilares. Este estado se comenzó a observar en ramas de 4 meses de edad.

Nudos con yemas axilares que sobrepasan las estípulas (Estado E3): En estos nudos, los primeros botones se hacen visibles y sobrepasan a las estípulas. Tienen un

tamaño promedio de 4,4 mm. Se observó además la presencia de un mucílago de color ámbar cubriendo las yemas y estados de desarrollo inicial de los botones florales. Este estado ocurrió desde Junio y en el resto del período de estudio, en cantidades variables.

Nudos con yemas y botones florales verdes (Estado E4): En cada axila foliar las estípulas se abren y se puede observar un número variable de yemas axilares (4 a 5) de color verde y de tamaño inferior a 1 cm; en cada yema se presenta uno o dos pares de brácteas

opuestas. Las yemas se abren dejando expuestos 4 a 6 botones florales de color verde y compactados. No se observa la presencia de mucílago sobre las yemas. Aunque este estado se comenzó a observar desde junio, su presencia fue mayor a partir del mes de octubre.

Nudos con yemas mayores a 1 cm y botones florales (preantesis-antesis) (Estado E5): Este estado se caracteriza porque en cada axila foliar hay presencia de botones florales en estado de desarrollo avanzado y muy próximos a la antesis. Estos se caracterizan por ser blancos y de un tamaño entre 6 y 10 mm. Este estado se presentó principalmente a partir del mes de Noviembre y se fué incrementando hasta alcanzar el máximo valor durante el mes de marzo .



Figura 4. Escala para la clasificación de la organografía del nudo.

Influencia del clima sobre el comportamiento de la floración en Chinchiná - Caldas.

De acuerdo con las observaciones realizadas, para las condiciones de la zona Cafetera Colombiana Central (Chinchiná - Caldas), la formación de yemas axilares y su diferenciación en estructuras florales ocurre de manera permanente. Por esta razón a través del año es posible encontrar todas las fases del proceso de floración aunque en una magnitud variable (Figura 5). Cada estado tiene un comportamiento particular y presenta períodos de actividad baja o alta, dependiendo aparentemente de la disponibilidad hídrica y energética (Figura 6).

Cuando la disponibilidad hídrica y energética es alta (abril - junio, septiembre - noviembre), (Figura 6B), se presenta la tendencia a formar yemas axilares y a la diferenciación de estructuras florales. La presencia de deficiencias hídricas moderadas ó brillo solar por debajo de los promedios normales tiende a inducir cambios hacia los estados intermedios del desarrollo floral.

Cuando los botones florales completan su desarrollo (4 a 6 mm de longitud) requieren de un efecto acondicionador proporcionado por

un período seco de una magnitud moderada y sin el cual no es posible completar su desarrollo final hasta la antesis. La ausencia de este período seco determina que los botones florales permanezcan en atencia o no alcancen su desarrollo hasta la antesis, o que se produzcan anomalías (5). En las condiciones del estudio el período seco ocurrió en los meses de junio - agosto y enero - marzo. Estas épocas también coinciden con altos registros de brillo solar y temperatura (9, 10) (Figuras 6 A, B y C).

Aunque se presentaron antesis esporádicas en junio - julio, esta fase fue más marcada en enero - marzo, una o dos semanas después de la interrupción por la lluvia, de un déficit hídrico prolongado que se venía presentando desde diciembre.

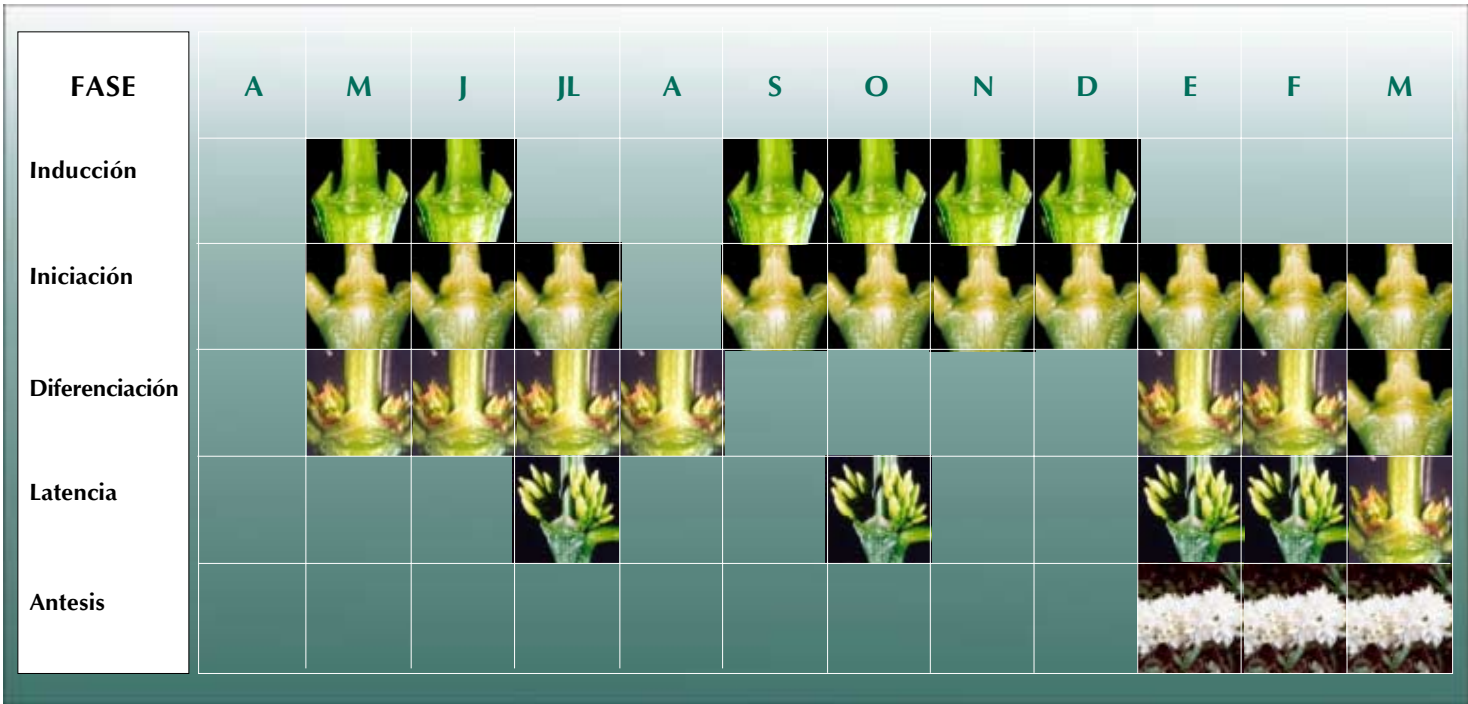


Figura 5. Épocas de mayor actividad de los diferentes estados del desarrollo floral de *C. arabica* L. var. Colombia en Chinchiná - Caldas durante el período marzo / 94 a marzo / 95.

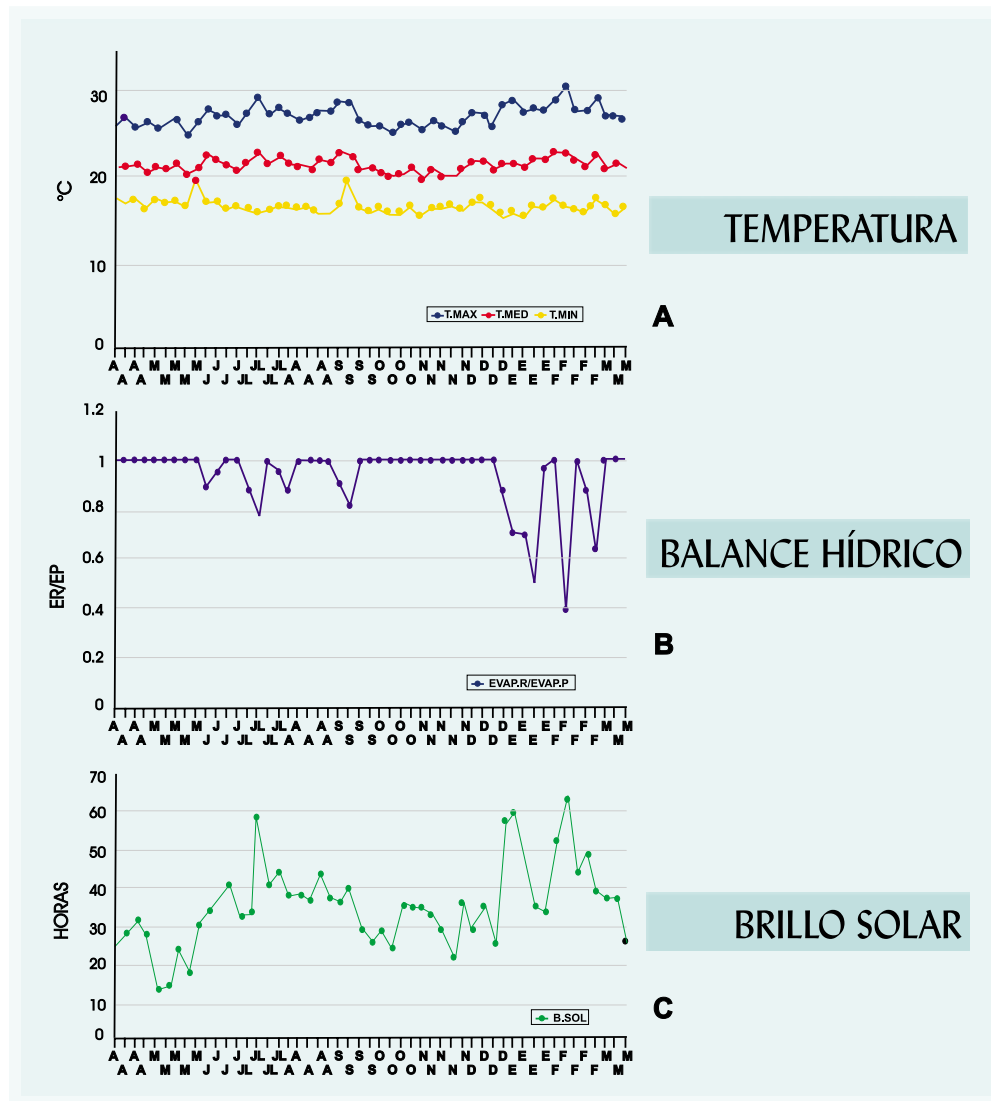


Figura 6. Condiciones climáticas durante el período marzo del 94 a marzo del 95. **A.** Temperatura (°C). **B.** Balance hídrico (evaporación potencial/evaporación real. **C.** Brillo solar (Horas)

¿Por qué es importante conocer el proceso de floración del cafeto?

Al caficultor le permite establecer la distribución de la cosecha, estimar las necesidades de mano de obra para la recolección, planificar las prácticas culturales y de manejo de plagas y enfermedades que afectan directamente a las estructuras reproductivas de la planta, prever el flujo de ingresos en diferente épocas del año, e identificar las épocas

y el origen de problemas que afectan la calidad de la cosecha.

La continua investigación sobre este proceso es útil para el desarrollo de nuevas variedades, búsqueda de métodos de sincronización de la cosecha, estudios sobre plagas y enfermedades del fruto y para la pre-

dicción del crecimiento y producción del cultivo. Para esta última actividad, es de gran importancia obtener buenas estimaciones de la época de ocurrencia de los estados de desarrollo vegetativos y reproductivos en función de las condiciones ambientales de cada región cafetera

GLOSARIO

Ápice:	Tejido vegetal formado por células en división situado en la región de crecimiento de la planta, también denominado meristema apical.	Yema:	Brote en forma de botón que aparece en el tallo o ramas de las plantas.
Nudo:	Lugar del tallo donde se insertan las hojas.	Yema auxiliar:	Yema lateral situada en la base del pedúnculo floral.
Estípula:	Pequeña hoja que se encuentra en el punto de inserción de las hojas.	Bráctea:	Pequeña hoja, situada en la base del pedúnculo floral.
Áxila:	Ángulo formado entre la inserción de una hoja y el tallo.	Botón floral:	Estructura de la yema que al abrirse forma una flor.
		Inflorescencia:	Estructura sobre la cual se agrupan las flores, en el caféto también se denomina glómérulo.

LITERATURA CITADA

- ARCILA, P., J.; JARAMILLO, R., A.; BALDIÓN, R., J. V.; BUSTILLO, P., A. E. La Floración del caféto y su relación con el control de la broca. Chinchiná, Cenicafe. Avances Técnicos Cenicafe 193,6p.1993.
- BARROS, S. R.; MAESTRI, M.; COONS, M. P. The Physiology of flowering in Coffee: A Review. Journal of coffee Research 8 (2-3): 29-73. 1978.
- CAMAYO, V.G.C. Estudio anatómico y fisiológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del caféto C. arabica L. var. Colombia. Universidad del Cauca. Popayán 1995. 180 p (Tesis).
- CAMAYO, V.G.C.; ARCILA, P.J. Estudio anatómico y fisiológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del caféto C. arabica L. variedad. Colombia. Cenicafe 47 (3): 121-139. 1996.
- CRISOSTO, C.H.; GRANTZ, D.A.; MEINZER, F.C. Effects of water deficit on flower open in coffee (Coffea arabica L.). Tree Physiology 10, 127-139.1992
- FRANCO, C.M. Fotoperiodismo em Cafeeiro Coffea arabica L. Revista do Instituto de Cafe. Sao Paulo 27:1586-1542.1940.
- GUZMAN, M. O.; GOMEZ, G.L. Caracterización del brillo solar en Chinchiná - Caldas. Cenicafe 48 (1):26-39. 1997.
- GÓMEZ, G.L. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del caféto. Cenicafe 28 (1) 3-17. 1977.
- JARAMILLO, R.A.; CHAVES, C.B. Regionalización de la distribución del brillo solar en Colombia por métodos de conglomeración estadística. Cenicafe 48 (2): 120-132. 1997.
- JARAMILLO, R.A. Disponibilidad hídrica de la zona cafetera Colombiana. Chinchiná, Cenicafe 1988. 420 p.
- MOENS, P. Investigaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. Turrialba 18: 209-233. 1968.
- PIRINGER, A.A.; BORTHWICK, H.A. Photoperiodic responses of coffee. Turrialba 5 (3): 72-77. 1955.
- SCHUCH, U.K.; FUCHIGAMI, L.H. Flowering Ethylene production and Ion leakage of coffee in response to water stress and gibberellic acid. J. Am. Hort. Sci. 117 (1): 158-163.1992.
- TROJER, H. The phenological equator for coffee planting in Colombia. In: AGROCLIMATOLOGICAL methods proceeding of the Reading Symposium. París, UNESCO. 7: 107-117. 1968.
- WORMER, T.M., GITUANJA, J. Floral initiation and flowering of C.arabica L. in Kenya. Exp. Agri. 6:157-170.1970.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafe
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manzales
cenicafe@cafede colombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina O.
Fotografía: Gonzalo Hoyos S.
Diagramación: Angela C. Miranda C.