



AVANCES TÉCNICOS

320

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Febrero de 2004

ANORMALIDADES EN LA FLORACIÓN DEL CAFETO

Jaime Arcila Pulgarín¹

La floración es el evento más importante del cultivo del café y de su desarrollo normal dependerá la cantidad de frutos a cosechar. Debido a la variabilidad ambiental y, concretamente, a la del clima de las zonas cafeteras en

Colombia, no siempre ocurren las condiciones más favorables para que la floración sea significativa y eficaz.

Cuando no se dan esas condiciones, se pueden presentar anomalías como las que se que

se describen en este Avance Técnico.

La comprensión de estos fenómenos, se facilita si se conocen el desarrollo normal y la morfología de las flores del café.

¹ Investigador Principal I. Disciplina de Fitotecnia. Cenicafe. Chinchiná - Caldas.



DESARROLLO DE LAS FLORES DEL CAFETO

Las flores del cafeto se forman de yemas ubicadas en las axilas foliares que se encuentran en los nudos de las ramas. Cada nudo presenta dos axilas foliares opuestas y en cada axila se forman de 3 a 4 yemas. Cada yema consta de un tallo corto denominado pedúnculo. Éste, presen-

ta varios nudos en los que se insertan dos hojas diminutas y opuestas (brácteas), en cuyas axilas se producen entre 3 y 5 botones florales. Este conjunto constituye la inflorescencia, conocida también como glomérulo. Es decir, en un nudo se forman potencialmente de

25 a 30 botones florales (de 12 a 16 botones por axila) (Figura 1A).

Una vez que los botones florales se han formado crecen hasta cierto tamaño y entran en un estado de latencia o reposo, que coincide generalmente con un período seco. En esta etapa, las yemas presentan una corola con pétalos fusionados, forma ahusada, "cominos", de color verde claro (Figuras 1B).

Cuando se presentan lluvias dentro del período seco se rompe la latencia y las yemas renuevan su crecimiento en forma acelerada, durante 8 ó 10 días, momento en el que ocurre la apertura de la flor o antesis. En este corto período la yema alcanza unos 20 mm de longitud, la corola cambia de color verde a blanco y finalmente la flor se abre exponiendo los pétalos, los estambres y el estilo (Figuras 2A y B).

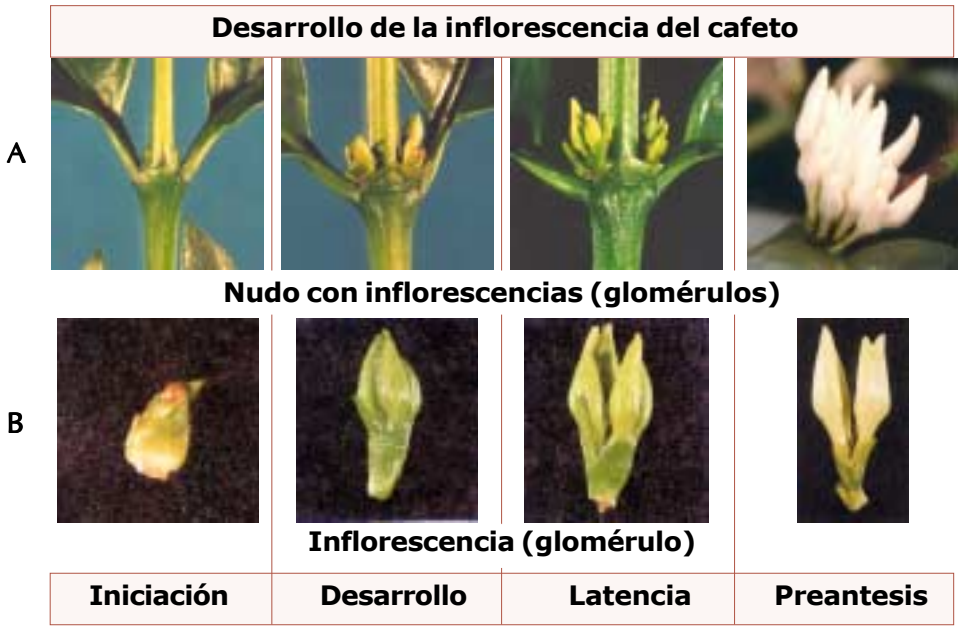


Figura 1.
A. Desarrollo progresivo de las inflorescencias del café en las axilas foliares de los nudos Camayo y Arcila (3). B. Desarrollo de una inflorescencia individual a través del tiempo

MORFOLOGÍA DE LA FLOR DEL CAFETO

Una flor de café presenta los cuatro tipos de estructuras que caracterizan a una flor completa y perfecta: dos estructuras estériles que son el cáliz y la corola y dos estructuras fértiles que son los carpelos (ovario, estilo y estigma), y los estambres (Figura 2).

La flor se une a la inflorescencia por el pedicelo, sobre el cual se ubica el ovario, que es ínfero y biloculado. Cuando éste es fecundado, se desarrolla como una drupa globular, que normalmente contiene dos semillas.

El cáliz es rudimentario y tiene forma de copa. Se desarrolla por encima del ovario y está fusionado a éste. Está constituido por 5 sépalos.

La corola se desarrolla dentro del cáliz y aparece inicialmente como

un tubo de color verdoso de 4 mm de largo, formado los 5 pétalos que están fusionados. La apertura floral ocurre cuando el tubo de la corola se divide hacia el extremo en cinco lóbulos blancos, cada uno de aproximadamente 8 mm de longitud. La longitud de la flor es de 18 mm.

Tiene cinco estambres que se insertan entre los lóbulos de la corola, mediante filamentos cortos de una longitud de 6-8 mm. Cada estambre tiene una antera la cual contiene cuatro sacos polínicos.

Sobre el ovario y por debajo del tubo de la corola se inserta el estilo de 12 a 15 mm. En conjunto, el estilo y los estigmas tienen una longitud que los hace sobresalir ligeramente por encima del tubo de la corola abierto. El estilo está unido a un punto circular de inserción sobre el ovario que se ve como una mancha redonda (ombigo) cuando el fruto se desarrolla.

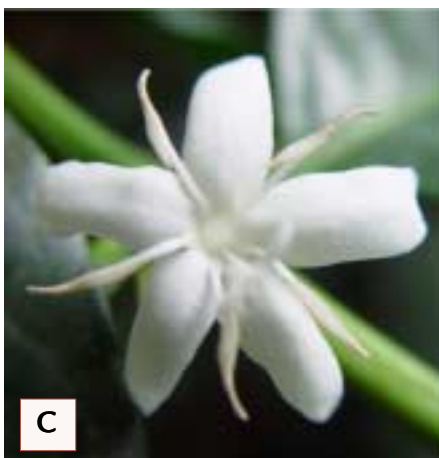


Figura 2.
A) Flor en estado de preantesis; B y C) Flor en estado de antesis exhibiendo las estructuras reproductivas; D) Estructuras reproductivas de una flor disecada. A la izquierda, se muestra el pistilo compuesto por el ovario y el estilo que termina en un estigma bifurcado. A la derecha se observan los estambres.

CONDICIONES FAVORABLES PARA EL DESARROLLO DE LA FLOR

El proceso de floración del cafeto está constituido por las etapas de inducción, diferenciación, desarrollo, latencia y antesis (1, 3, 9). La inducción es favorecida por fotoperíodos cortos y por la temperatura (1, 9). La diferenciación y desarrollo están controlados por la disponibilidad hídrica y

energética, las hormonas y los nutrientes (1, 4, 9, 12).

En la latencia intervienen principalmente factores ambientales y hormonales (1, 3, 4, 9, 12), mientras que la antesis depende de la ocurrencia de un período de

deficiencia hídrica previo a un período lluvioso (4, 5).

Para las condiciones de la zona cafetera de Chinchiná (Caldas), la formación de yemas axilares y su diferenciación en estructuras reproductivas 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, dependiendo principalmente de la oferta de agua y energía. Cuando la oferta de agua es alta, la planta tiende a formar yemas axilares y a la diferenciación de estructuras florales. La presencia de deficiencias hídricas moderadas

o brillo solar por debajo de los promedios normales, inducen cambios hacia los estados intermedios del desarrollo floral y tienen mayor relación con la diferenciación y desarrollo de los botones florales (2).

Cuando los botones completan su desarrollo requieren de un período

seco de magnitud moderada, para completar su desarrollo hasta la antesis. La ausencia de este período mantiene los botones florales en latencia (4, 5). De acuerdo con los modelos ajustados por Camayo *et al.* (2), se puede sugerir que el estrés hídrico, el brillo solar y la temperatura mínima contribuyen a la maduración fisiológica de los botones florales.

CONDICIONES DESFAVORABLES PARA EL DESARROLLO DE LA FLOR

El desarrollo normal de la flor del cafeto puede ser alterado por factores genéticos, ambientales, patológicos o nutricionales, dando como resultado diferentes tipos de anomalías como atrofia o abortos, flores estrellas, flores rudimentarias, petalodia o flores que abren prematuramente. En ocasiones, puede ocurrir secamiento de los botones florales, caída de flores, pérdida o reducción de la capacidad de floración o inducción permanente de ésta. También, es frecuente que las yemas florales cambien su patrón de diferenciación y se conviertan en ramas (retrogresión).

A continuación, se presenta una descripción detallada de los diferentes tipos de anomalías florales y de los factores que pueden inducirlos.

FLORES ATROFIADAS

(Flores rudimentarias, flores estrellas, y flores abortadas).

Son producto de la inhibición o la interrupción del crecimiento de toda la unidad floral. Son flores con desarrollo parcial o rudimentario, que abren parcialmente o permanecen diminutas. Existe una alta probabilidad de que las flores afectadas no formen frutos, ya que es posible que la dehiscencia de las anteras y la fecundación no ocurra. Este problema ha sido registrado en varios países (7, 8, 9,10) y puede llegar a alcanzar gran importancia económica porque reduce la producción.

Se pueden definir varios grados de atrofia florales como:

a. Flores atrofiadas.

Presentan retardo del crecimiento de la corola en comparación con las estructuras internas, las cuales quedan expuestas total o parcialmente. Los pétalos son más pequeños de lo normal, mantienen su color verde claro o cambian a blanco y la antesis es parcial o total (Figura 3A).

b. Flores estrellas (flores rudimentarias).

Es un caso extremo de atrofia floral en el que todas las partes de la flor permanecen diminutas y de color verde claro, dando apariencia de una estrella (Figura 3B).

Entre las causas de estas anomalías se destacan factores genéticos y ambientales:



Figura 3.

Anormalidades en el desarrollo de la flor del cafeto. A) Atrofia floral; B) Flores estrella; C) Golpe de sol en botones florales; D y E) Secamiento de botones florales; F) Desprendimiento de flores por hormigas.

Factores genéticos.

Parece existir cierta predisposición genética, ya que generalmente ocurre algún grado de atrofia en las diferentes especies y variedades de café. Según Moreno y Castillo (10), la incidencia de la “flor estrella” en el germoplasma de la colección de Cenicafe, en Chinchiná, se ha observado en mayores proporciones en las variedades Mundo Novo y Catuai, pero el defecto no ha llegado a tener importancia. En las variedades comerciales como Típica, Borbón, Caturra y Colombia,

este defecto ocurre en proporciones no significativas (1% o menos).

Factores ambientales.

Entre los factores que causan estas alteraciones se encuentran: el déficit hídrico durante la iniciación de la floración, la alta radiación, los aguaceros esporádicos y de baja intensidad dentro de un período seco prolongado, el exceso de lluvia durante el período de rápida expansión de las yemas, el exceso

de nubosidad durante el período de floración, las temperaturas medias, por encima del óptimo para café, la fluctuación entre las temperaturas máxima y mínima, y los cambios bruscos de temperatura. Mes (9), observó bajo condiciones controladas, que el mayor número de flores estrellas se producía cuando el régimen de temperatura era de 30°C de día y 24°C en la noche, mientras que a 23°C en el día y 17°C en la noche la formación de flores estrellas era mínima.

En observaciones de Moreno y Castillo (10), en dos localidades colombianas ubicadas a 1.230 y 1.400 m de altitud, en una misma vertiente caracterizada por alta precipitación en todos los meses del año y alta radiación solar, encontraron que en la menor altitud la incidencia de flor estrella fluctuó entre 12,9 y 17,8%, mientras que a 1.400 m, ésta fue de 32%.

PETALODIA

(apertura floral prematura).

Es una alteración en el desarrollo de los estambres de la flor, los cuales se transforman en estructuras parecidas a pétalos. No ocurre dehiscencia de las anteras. En estas flores se observa un número de pétalos superior a cinco y no hay estambres. Este desorden puede ser de naturaleza genética y es de rara ocurrencia. La petalodia ha sido registrada en la India (11) y tiende a confundirse con atrofas florales como flores estrellas y flores rudimentarias. Su importancia económica es baja porque sólo se presenta en unos pocos individuos.

SECAMIENTO DE FLORES

(flores semisecas o secas).

Esta anomalía se presenta en todas las floraciones en algunas yemas en estado de “comino”. Consiste en el secamiento parcial o total de los pétalos y estambres. Puede presentarse en una sola yema o en todo el glomérulo (Figuras 3C, D y E). La corola comienza a secarse por la base, los pétalos toman un color canela y en ocasiones se separan del ovario. Es

común observar secamiento de toda la yema, la cual se torna negra. El ovario, aunque no se fecunda permanece generalmente verde por algún tiempo. La importancia económica de este disturbio puede llegar a ser alta porque involucra la pérdida total de la flor.

El disturbio es favorecido por exceso de sombra, alta humedad y alta temperatura. Bajo estas condiciones se favorece el incremento hasta niveles patogénicos, de las poblaciones de hongos como los del género *Colletotricum*, que normalmente son habitantes naturales de las ramas y no son fitoparásitos (6). Condiciones de alto brillo solar durante ciertas horas del día pueden causar quemazones incipientes (escaldado o golpe de sol) (Figura 3C), y en estas lesiones se instala el patógeno.

ABSCISIÓN DE FLORES

(caída de flores)

En ocasiones ocurre la caída de flores por causas naturales. Aunque este fenómeno ha sido poco documentado, puede ser de gran importancia ya que los porcentajes del cuajamiento reportados en café varían entre el 20 y el 80%. La abscisión de la flor se debe a la separación de la corola del ovario o a la separación del glomérulo de la axila foliar, sin haber ocurrido secamiento. No se conocen agentes causantes.

DEFICIENCIA DE FLORES

(bajo número de flores).

Trastorno en el cual los nudos habilitados para florecer presentan

baja cantidad de flores. No se trata de problemas de fertilidad (Figura 4A). Esta anomalía está asociada con determinadas condiciones del cultivo como exceso de sombra, cosecha alta en el año anterior, secamiento de yemas, abortos, plantaciones con cafetos muy jóvenes o muy viejos.

Su importancia económica puede llegar a ser alta. Como medidas preventivas debe evitarse el exceso de sombra, sembrar café en zonas más adecuadas y renovar los cafetales.

PÉRDIDA DE LA CAPACIDAD DE FLORACIÓN

Es un problema de fertilidad caracterizado por una escasa o nula formación de flores en toda la planta o por la alta formación de flores rudimentarias. La causa principal de este fenómeno es un defecto en el número básico de cromosomas. Este defecto puede ser un reflejo de incompatibilidad entre los individuos parentales. También se le conoce con el nombre de “café macho” y su incidencia a nivel de cultivos es muy baja.

Como medida preventiva pueden eliminarse estos materiales desde el almácigo, las plantas se identifican por que tienen hojas exageradamente alargadas (Figura 4B).

FLORACIÓN CONTINUA

Es una anomalía que se caracteriza porque las plantas



Figura 4.

Casos de pérdida o disminución de la capacidad de floración. A) Baja formación de flores o floración continua; B) Aneuploidia, café macho; C) Formación normal de ramas secundarias D) Conversión de yemas florales en yemas vegetativas (retrogresión).

florece continuamente durante el año. Está asociada a condiciones climáticas que favorecen una permanente inducción floral como es el caso de regiones altas con alta nubosidad o con períodos secos poco definidos.

Aunque es una condición aparentemente favorable para la planta ya que las demandas para la formación de los frutos pueden ser mejor reguladas, también puede ser desfavorable por una mayor predisposición a la pérdida de flores y aumento en el número de recolecciones. En la planta de café, la concentración de la cosecha tiende a desequilibrar la planta conduciendo a problemas como el paloteo.

En Colombia, el cafeto florece en forma concentrada entre los meses de enero a marzo y de agosto a septiembre. Sin embargo, en algunas regiones ocurren floraciones repartidas a través del año y de poca magnitud.

RETROGRESIÓN

La formación normal de ramas secundarias y terciarias se observa principalmente en unos pocos nudos en la zona de las ramas que ya produjeron, después de los 15 meses de edad de la planta (Figura 4C).

Algunas yemas que no alcanzan a diferenciarse en flores, forman

exceso de ramas secundarias o terciarias, en muchos casos presentando la forma de abanicos o rosetas (Figura 4D). Esto ocurre cuando se dan condiciones ambientales poco favorables para la floración, por ejemplo exceso de humedad y alta temperatura. Igualmente, condiciones nutricionales inadecuadas como la deficiencia de cinc.

DAÑOS POR FITOTOXICIDAD

Es el daño causado por la acción de productos agroquímicos a cualquier parte de la flor (corola, estambres, pistilo). Éste, no ha sido bien documentado y se ha medido generalmente como pérdida de frutos. En café se ha reportado (13) que las formulaciones a base de aceite pueden tener efectos fitotóxicos sobre las flores, causando pérdidas hasta del 3%. La naturaleza y la intensidad del daño dependen de la composición del aceite o de la naturaleza del producto utilizado. En otros estudios, no se observaron síntomas de daño en flores por aplicaciones de fungicidas.

Como medida de control es recomendable evitar la aplicación de agroquímicos si hay una floración en proceso.

DAÑOS POR INSECTOS

Ocasionalmente se han observado algunas hormigas que atacan las estructuras florales, causando desprendimiento del estilo y de la corola (Figura 3F).

Tabla 1.
Resumen de las principales anomalías en la floración del café y sus causas.

Disturbio	Factor predisponente								
	Genético	Radiación Solar, luz	Temperatura	Agua		Nutrición	Hormonas	Insectos	Otro
				Exceso	Déficit				
Flores atrofiadas (flor estrella, atrofia floral, flores dimeritarias)	X	Alta	Alta	X		X?	ABA, AG		
Petalodia	X						X ?		
Escaldado		Alta							
Secamiento de flores		Baja	Alta	X					
Abscisión de flores (caída temprana de flores)	X					X	X		
Perdida de la capacidad de floración (aneuploidia, ausencia de floración)	X								
Retrogresión		Alta	Alta	X		X	X		
Deficiencia de flores	X	Baja	Baja	X		Baja	X		
Floración continua		Baja	Baja	X					
Fitotoxicidad									X
Daños por insectos								X	

LITERATURA CITADA

1. BARROS, R. S.; MAESTRI, M. y COONS, M.P. The physiology of flowering in Coffee: a review. *Journal Coffee Research* 8(2:3): 29-73. 1978.
2. CAMAYO V., G.C.; CHAVES, C. B; ARCILA, P.J.; JARAMILLO, R.A. Desarrollo floral del café y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná - Caldas. *Cenicafé* 54 (1) : 35-49. 2003.
3. CAMAYO V., G.C.; ARCILA P., J. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del café *Coffea arabica* L. variedad Colombia. *Cenicafé* 47 (3) : 121-139. 1996.
4. CRISOSTO, C.H.; GRANTZ, D.A.; MEINZER, F.C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L). *Tree Physiology* 10(2): 127-139. 1992.
5. DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Synchronization of the anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L). *Journal of Horticultural Science* 69(5):841-849. 1994.
6. GIL V., L.F. Descripción de daños ocasionados por *Colletotrichum* sp. En flores y frutos de café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafe* No.288: 1-4. 2001.
7. HUXLEY, P.A.; ISMAIL, S.A.H. Floral atrophy and fruit set in *Arabica coffee* in Kenya. *Turrialba* 19(3):345-354.1969.
8. KUMAR, D. Primary investigations in to some flowering abnormalities of coffee in Kenya. *Kenya Coffee*. 47(550):16-24. 1982.
9. MES, M.G. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. *Portugaliae Acta Biológica. Serie A* 4(4):328-341. 1957.
10. MORENO R., L.G.; CASTILLO, Z.J. Informe preliminar sobre la incidencia de la flor estrella en germoplasma sembrado en Cocorná. *Cenicafé. Disciplina de Mejoramiento Genético, Chinchiná*, agosto de 1996.
11. RAGHURAMULU, Y; SREENIVASAN, M.S. Petalody - A floral abnormality in arabica, *Coffea arabica* L, coffee. *Journal of Coffee Research*, 18: 23-27. 1988.
12. SCHUCH, U.K.; FUCHIGAMI, L.H.; NAGAO, M.A. Flowering, ethylene production and ion leakage of coffee in response to water stress and giberellic acid. *Journal of the American Horticultural Science*. 117 (1) 158-163.1992.
13. VALENCIA, A.G.; LEGUIZAMON, C.J. Pérdida de flores por aspersiones de Banana Spray oil en Café. *In: Cenicafe. Informe Anual de Labores de Fitofisiología*. 1972 - 1973.

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.

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

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

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Jaime Arcila Pulgarín
Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: Olga Lucía Henao Lema