



AVANCES TÉCNICOS

311

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Mayo de 2003



RELACIÓN ENTRE LA HUMEDAD DEL SUELO, LA FLORACIÓN Y EL DESARROLLO DEL FRUTO DEL CAFETO

Jaime Arcila-Pulgarín*; Álvaro Jaramillo-Robledo**

Para las condiciones tropicales de la región cafetera de Colombia, los ciclos de crecimiento, floración y cosecha del café están especialmente sincronizados por la disponibilidad de agua en el suelo. Ésta se puede determinar mediante un sistema de contabilidad de entradas y salidas denominado balance hídrico, el cual tiene en cuenta la lluvia, la evapotranspiración, las características del suelo y el tipo de cultivo. Con ésta se pueden determinar los excesos y las deficiencias de agua de una región.

El crecimiento vegetativo del café ocurre a partir de la formación de nudos en el tallo y en las ramas. Sobre estos nudos se forman las hojas, las yemas florales y las ramas. La cantidad de nudos y hojas formados depende, en alto grado, de la disponibilidad hídrica y energética (radiación solar y temperatura), y a su vez, influyen en la cantidad de cosecha.

El crecimiento reproductivo, caracterizado por la formación de flores y frutos, es también afectado por la disponibilidad hídrica. Las deficiencias hídricas tienden a favore-

cer la floración pero pueden perjudicar el crecimiento vegetativo de la planta y el desarrollo normal del fruto.

En esta publicación se describe la relación entre la floración y el desarrollo del fruto, con la disponibilidad hídrica para la planta, estimada mediante el Índice de Humedad del Suelo.

Índice de Humedad del Suelo (IHS). Esta medida del comportamiento de la humedad del suelo en una región se obtiene dividiendo la evapotranspiración real entre la

* Investigador Principal I, Fitotecnia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico I, Agroclimatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

evapotranspiración potencial, cantidades que se derivan de las contabilidades del balance hídrico. Este índice varía entre 0 y 1, y permite saber cómo varía la humedad del suelo y si los niveles son adecuados o no para el crecimiento y desarrollo del cultivo en su ciclo total, o para una fase determinada de desarrollo; por ejemplo, para el crecimiento del fruto.

Se considera que para el cultivo del café, cuando se tienen valores del IHS entre 1,0 y 0,8 no hay limitaciones del crecimiento por deficiencias de agua en el suelo; entre 0,8 y 0,6 hay deficiencia moderada y puede ocurrir alguna limitación del crecimiento; para valores inferiores a 0,6 se presenta deficiencia de agua que si se prolonga por mucho tiempo afecta el crecimiento de la planta. La situación anterior es de común ocurrencia en la zona cafetera co-

lombiana durante períodos del evento cálido del Pacífico (El Niño), en el cual llegan a ocurrir deficiencias de agua en el suelo durante períodos superiores a tres décadas continuas. En la Figura 1, se presenta el IHS durante El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-1999, para las condiciones de Naranjal-Caldas y Paraguaicito-Quindío.

Para el cultivo del café, si se presenta un IHS inferior a 0,6, durante treinta días continuos se afecta la producción de nudos y de frutos. El efecto sobre los frutos dependerá del estado de desarrollo en que se encuentren. Para el cálculo del IHS, Cenicafé dispone de programas de cómputo que permiten su cálculo conociendo la lluvia en la finca (4).

Relación entre el IHS y la floración. La floración del cafeto es un proceso estrechamente ligado a las

condiciones climáticas de cada región, especialmente con los períodos secos.

Cuando las flores alcanzan el estado de «comino», entran en un período de reposo que puede durar varias semanas. Para que se termine este período de reposo y ocurra la floración, además de la madurez apropiada de los «cominos», se requiere de un estrés proporcionado por períodos de días continuos secos de mediana a larga duración (10 ó más días), y que además, este período de días continuos secos sea interrumpido por una lluvia o cambios bruscos de temperatura. Mientras más pronunciados sean estos períodos secos, la respuesta en floración será mayor.

En Colombia ocurren dos períodos importantes de floración: uno en agosto-septiembre-octubre, respon-

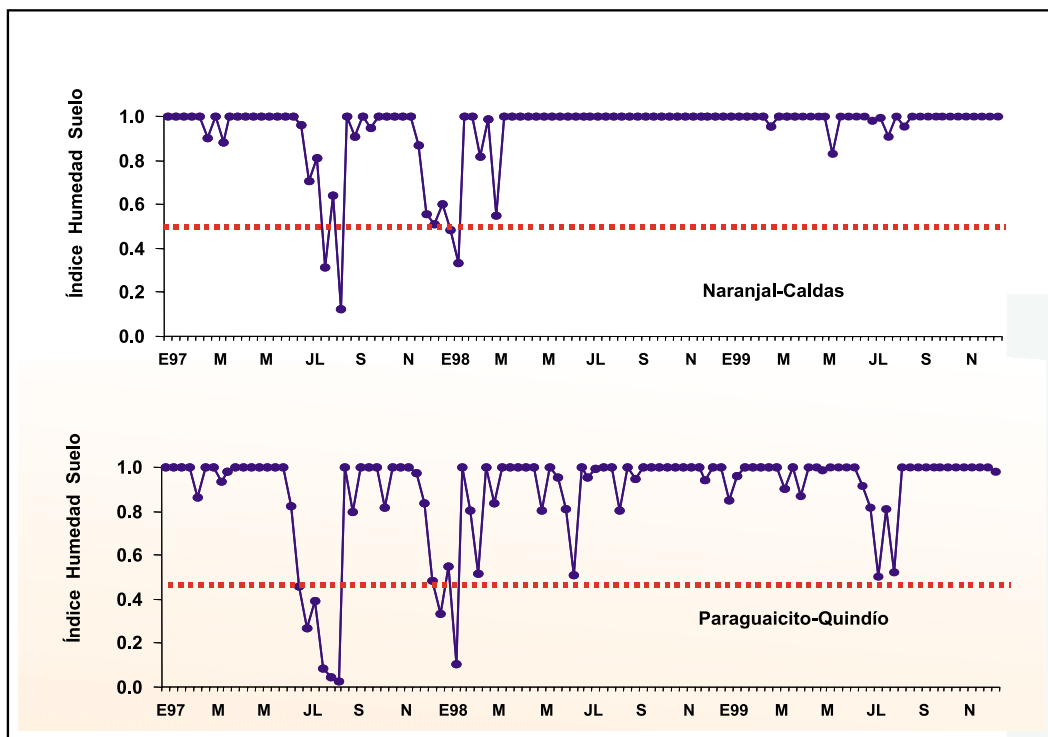


Figura 1. Variación en el Índice de Humedad del Suelo (IHS, línea azul) en las localidades de Naranjal-Caldas y Paraguaicito-Quindío, durante El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-1999. La línea roja punteada indica el nivel de deficiencia de humedad del suelo por debajo del cual se afecta el crecimiento de la planta.

sable por la cosecha de abril-mayo-junio, y otro en enero-febrero-marzo, responsable por la cosecha de septiembre-octubre-noviembre. Para que la floración transcurra normalmente es necesario que hayan períodos de estrés hídrico y brillo solar alto durante los meses de floración. Mientras más acentuado y más prolongado sea el estrés la respuesta en floración será mayor y estará más concentrada. La magnitud de la floración para cada período varía también según la latitud y la altitud, aunque existe alguna predominancia de áreas con el patrón de floración en enero, febrero y marzo (1,6).

Valores de IHS por debajo de 0,8 favorecen la floración. La interrupción de períodos de deficiencia hídrica moderada a severa (0,6-0,8), induce floraciones de intensidad variable. Mientras más severa haya sido la deficiencia hídrica (IHS < 0,6), las floraciones serán más abundan-

tes y concentradas. Un ejemplo se muestra en la Figura 2.

Relación entre el IHS y el desarrollo del fruto. Desde el momento de la floración hasta la maduración del fruto transcurren 32 semanas. Durante este período el fruto pasa a través de diferentes estados del desarrollo (5), como se muestra en la Figura 3.

En la Etapa 1, entre la floración y los primeros 45-50 días (primeras 5 semanas), el crecimiento del fruto es casi imperceptible; durante la Etapa 2, de los 50 a los 120 días (semanas 7 a 17) el fruto crece en forma acelerada, la semilla se desarrolla y adquiere el tamaño final; en la Etapa 3, de los 120 a los 180 días (semanas 18 a 26), la almendra adquiere su consistencia sólida; en la Etapa 4, de los 180 a los 224 días (semanas 26 a 32), el fruto ya está

fisiológicamente desarrollado y tiene lugar la maduración.

El efecto de la deficiencia hídrica sobre el desarrollo del fruto varía de acuerdo con la etapa del desarrollo en que se encuentre en el momento en que se presente la deficiencia. La deficiencia hídrica severa en la Etapa 1 del desarrollo puede resultar en secamiento de frutos tiernos (8). En las etapas 2 y 3, una deficiencia hídrica puede tener diferentes efectos sobre el desarrollo del fruto, los cuales se clasifican en cuatro tipos que describen a continuación :

1. Grano vacío (flotantes): uno o ambos lóculos del fruto aparecen vacíos, sin formación del endospermo. Estos granos al beneficiarlos producen el defecto «espuma» o «pasilla». En las variedades cultivadas ocurre menos del 5% de este defecto (3).

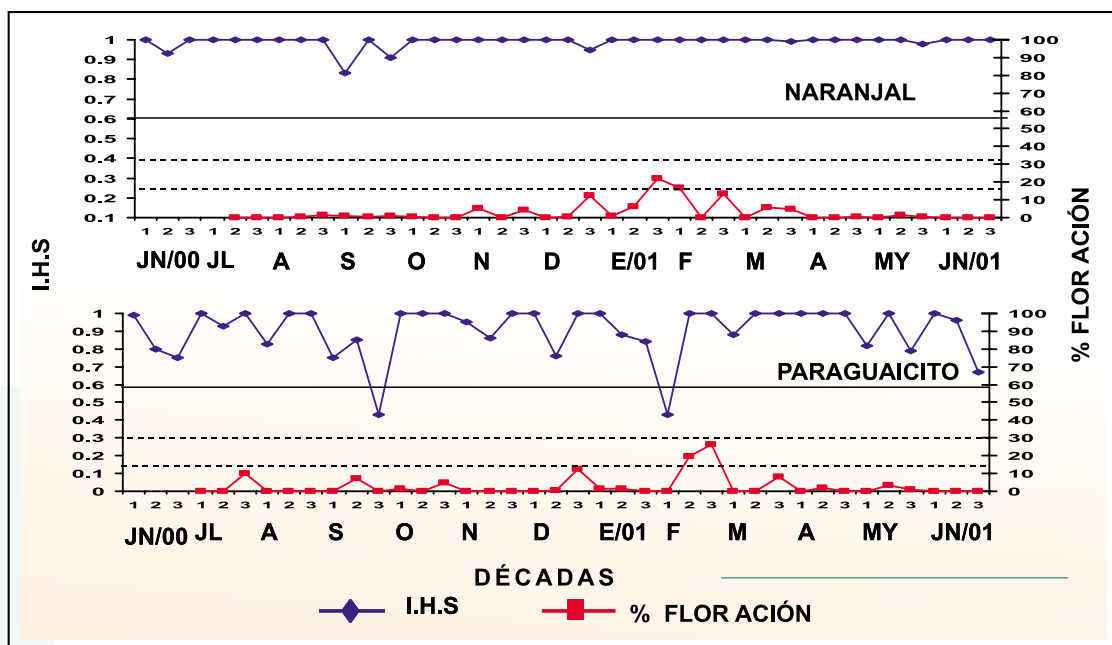


Figura 2.

Relación entre el Índice de humedad del suelo (IHS) y la floración, a nivel decadal, en las localidades de Naranjal-Caldas y Paraguaicito-Quindío. Para que ocurra apertura de las flores se requieren períodos secos prolongados.

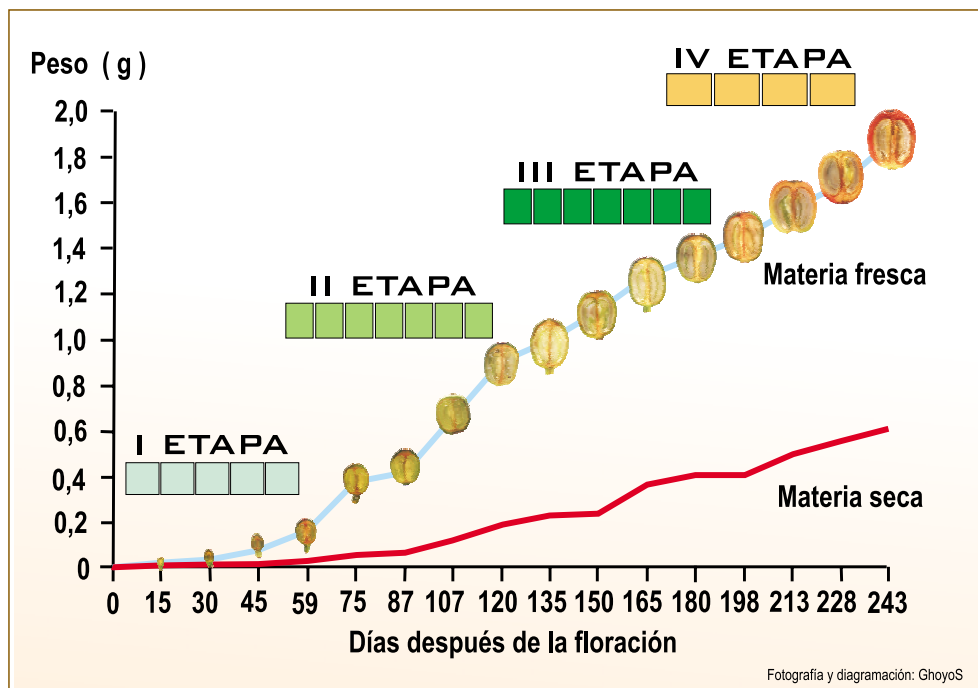


Figura 3. Etapas de desarrollo del fruto de café. I ETAPA: 0-50 días, crecimiento muy lento. II ETAPA: 50-120 días, el fruto crece en forma acelerada, la semilla se desarrolla y adquiere el tamaño final. III ETAPA: semanas 120-180 días, la almendra adquiere su consistencia sólida. En la IV ETAPA, semanas 180-224 días, el fruto ya está fisiológicamente desarrollado y ocurre la maduración.

2. Grano parcialmente formado:

uno o ambos lóculos del fruto presentan formación parcial del endosperma, sin que se llegue al llenado completo. Estos granos alcanzan a madurar y producen el defecto «averanado».

3. Grano negro:

Frutos en un estado de desarrollo muy avanzado con una ligera tonalidad amarillenta y que al partirlos muestran una o ambas almendras desarrolladas y de un color café muy oscuro, casi negro. Estos granos al beneficiarlos producen el defecto «espuma» o «pasilla» (7).

4. Grano pequeño:

El fruto se desarrolla pero adquiere un tamaño inferior al normal. Este tipo de grano se hace más perceptible al momento de la trilla (3).

En la Etapa 4, la deficiencia hídrica tiene efectos menos severos, ya que el fruto se encuentra completamente desarrollado. Sólo en casos extremos se retarda la maduración y ocurre secamiento de la pulpa.

La Figura 4, muestra los diferentes tipos de daño ocasionados al fruto por deficiencias hídricas severas: secamiento frutos tiernos, grano negro, llenado parcial.

Un fruto normal se observa completamente lleno de un material cristalino en sus primeras etapas de desarrollo o presenta las semillas completamente desarrolladas ocupando toda la cavidad interna (Figura 4).

Relación entre el IHS, la floración y el desarrollo del fruto. Es posible relacionar gráficamente, a nivel

decadal, el IHS Suelo con la floración y el desarrollo del fruto, y así estimar el posible efecto del déficit hídrico sobre el fruto según su estado de desarrollo.

En las Figuras 5 y 6 se presenta este tipo de relación para las localidades de Naranjal (Chinchiná-Caldas) y Paraguaicito (Buenavista-Quindío)

Estas Figuras se interpretan por medio de barras horizontales y verticales de la siguiente manera:

1. Década del mes. Se indica por medio de la barra de color amarillo claro (por ejemplo para el mes de enero: E1, E2, E3). En el gráfico van en sentido horizontal y vertical.

2. Índice de humedad del suelo (ISH). Se indica por medio de

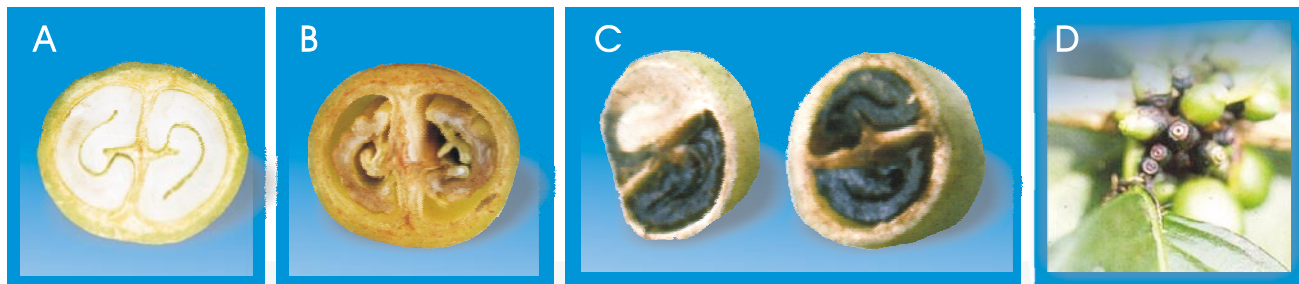


Figura 4. Tipos de daño ocasionados al fruto por deficiencias hídricas severas: a) Fruto normal; b) Fruto con llenado parcial; c) Grano negro (7), y d) Secamiento frutos tiernos;

una barra horizontal y una vertical color azul claro. Si el valor está entre 0,8 y 1,0, se considera que no hay problema de disponibilidad de agua para la planta. Valores del índice entre 0,6-0,8 indican déficit hídrico moderado. Valores por debajo de 0,6 indican que hay baja disponibilidad de agua en el suelo y pueden afectar la producción de café, si ocurren de manera continua por más de tres décadas.

3. Porcentaje de floración. Se indica por medio de la barra vertical blanca.

4. Estado de desarrollo del fruto. Al frente de cada floración se presentan los 4 estados de desarrollo del fruto correspondientes, diferenciados por colores como en la Figura 3.

Al hacer coincidir los valores del IHS con los estados de desarrollo del fruto se puede saber si está afectando un estado crítico de desarrollo y el tipo de daño esperado de acuerdo a las descripciones anteriores.

Para el caso de las localidades de Naranjal y Paraguaicito, aquí analizadas, se puede concluir que para

el año considerado se espera algún efecto negativo sobre el desarrollo del fruto en Paraguaicito (Figura 5), ya que etapas críticas (semanas 8-17) del desarrollo de los frutos de todas las floraciones de ese año coincidieron con épocas de deficiencia hídrica severa (barras rojas), especialmente en las tres décadas continuas con deficiencia severa durante el mes de agosto de 2001. En contraste, en Naranjal (Figura 6), no se espera efecto sobre el desarrollo del fruto porque las deficiencias hídricas severas se presentaron hacia el final del desarrollo del fruto en donde solamente hubo deficiencia hídrica severa en dos décadas continuas.

CONSIDERACIONES FINALES

Actualmente se encuentran disponibles todas las herramientas para la ejecución de un análisis como el que se describe en este Avance Técnico. En primer lugar, se necesita disponer de los registros decadales de las floraciones; en segundo lugar, se necesita conocer el IHS para la zona, para lo cual Cenicafé dispone de programas que permiten su cál-

culo conociendo la lluvia de la finca. En tercer lugar, se conocen las etapas de desarrollo del fruto y cómo las afecta la deficiencia hídrica.

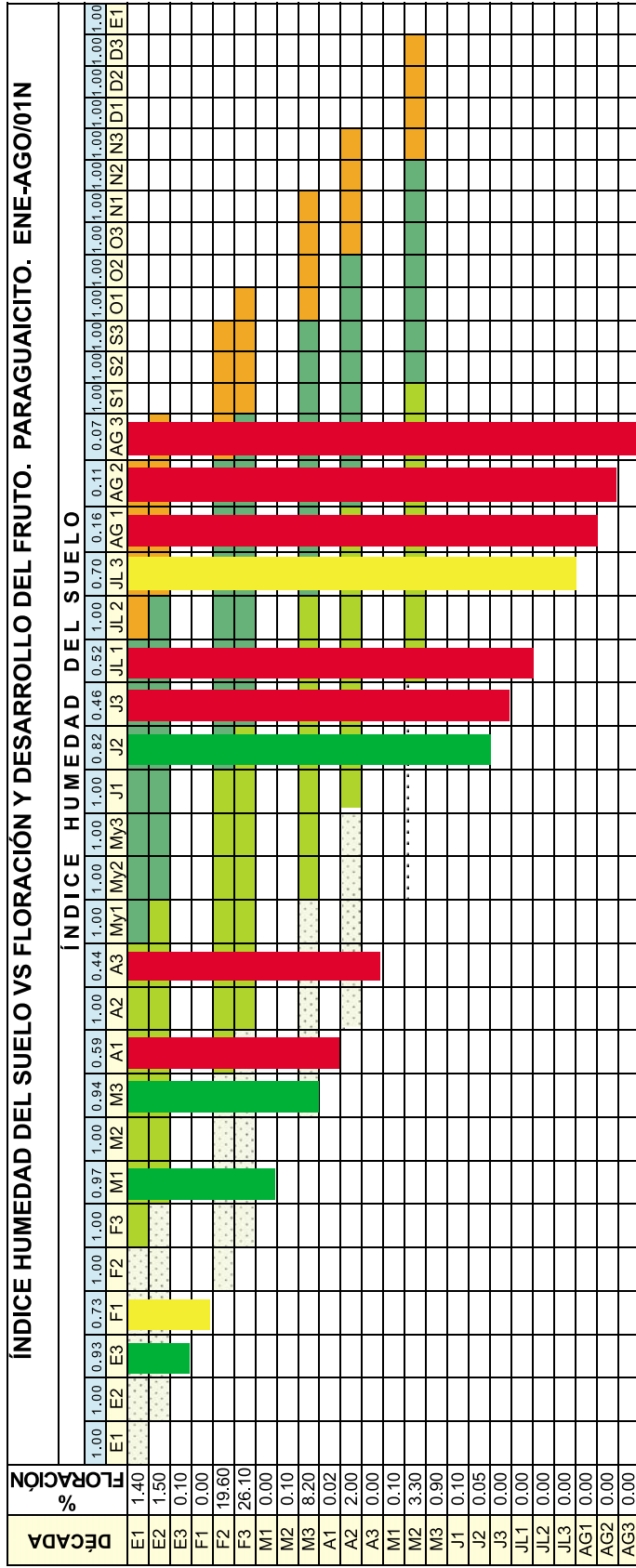
DEFINICIONES

Balance hídrico: Contabilidad de las entradas y salidas de agua de un cultivo o una región.

Evapotranspiración potencial (ETP): Es la cantidad máxima de agua que se puede evaporar de una capa de vegetación continua que cubre todo el terreno, cuando es ilimitada la cantidad de agua suministrada al suelo.

Evapotranspiración real (ER): Es la cantidad de agua evaporada desde el complejo planta-suelo en las condiciones meteorológicas, edafológicas y biológicas existentes. En éstas últimas se incluye el tipo de cultivo y sus fases de crecimiento y desarrollo.

Índice de humedad del suelo: Es igual a la evapotranspiración real dividida por la evapotranspiración potencial.



ETAPA I
0-50 DÍAS

ETAPA II
51-120 DÍAS

ETAPA III
121-189 DÍAS

ETAPA IV
190-230 DÍAS

ETAPAS DESARROLLO DEL FRUTO
DÍAS DESPUÉS DE FLORACIÓN

ÍNDICE HUMEDAD DEL SUELO
0,8-1,0
SIN DÉFICIT HÍDRICO

ÍNDICE HUMEDAD DEL SUELO
0,6-0,8
DÉFICIT HÍDRICO MODERADO

ÍNDICE HUMEDAD DEL SUELO
MENOS DE 0,6
DÉFICIT HÍDRICO SEVERO

Figura 5. Relación entre el índice de humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto, en la localidad de Paraguaicito (Buena Vista - Quindío). En esta localidad se espera algún efecto negativo sobre el desarrollo del fruto, ya que etapas del desarrollo de los frutos críticas (semanas 8-17), coincidieron con épocas de deficiencia hídrica severa (bandas rojas), especialmente en las tres décadas continuas con deficiencia severa durante el mes de agosto de 2001

AGRADECIMIENTOS

Al señor Gonzalo Hoyos (diagrama de crecimiento del fruto), al señor José Daniel Soto Agudelo (Figuras 3, 5 y 6).



CAFICULTOR

Los registros de las actividades de la finca y de los eventos climáticos (lluvia) y fisiológicos (floración) son importantes para desarrollar una caficultura competitiva y moderna.

LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; JARAMILLO R., Á.; BALDIÓN R., J.V.; BUSTILLO P., Á.E. La floración del cafeto y su relación con el control de la broca. Avances Técnicos Cenicafé No. 193:1-6. 1993.
2. CAMAYO V., G.C.; ARCILA P., J. Desarrollo floral del cafeto en condiciones de la zona cafetera colombiana (Chinchiná-Caldas). Avances Técnicos Cenicafé No 245:1-8. 1997.
3. CASTILLO Z., J.; MORENO R., L.G. La Variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del cafeto. Chinchiná, CENICAFÉ, 1988. 171 p.
4. GÓMEZ M., O. F.; JARAMILLO R., Á. Cálculo del balance hídrico diario en cafetales; aplicación computacional. Versión 1.0. Chinchiná, CENICAFE, 2002.
5. SALAZAR G., M.R.; ARCILA P., J.; RIAÑO H., N.M.; BUSTILLO P., Á.E. Crecimiento y desarrollo del fruto de café y su relación con la broca. Avances Técnicos Cenicafé No. 194:1-4. 1993.
6. TROJER, H. The phenological equator for coffee planting in Colombia. In: Agroclimatological methods proceedings of the Reading Symposium. París, Unesco, 1968. Vol. 7. p. 107-117.
7. VALENCIA A., G. Factores que inciden en la formación de granos negros y caída de frutos verdes de café. Cenicafé 24: 47-55. 1973.
8. VALENCIA A., G.; ARCILA P., J. Secamiento y caída de frutos tiernos de café. Avances Técnicos Cenicafé No. 40:1-2. 1975.

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@cafedecolombia.com

Edición: **Héctor Fabio Ospina Ospina**
Fotografía: **Jaime Arcila Pulgarín**
Diagramación: **Carmenza Bacca Ramírez**