

Aplicación de la "Escala BBCH ampliada" para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.)

Por:
J. Arcila-Pulgarín
L. Buhr
H. Bleiholder
H. Hack
H. Wicke



GERENCIA TÉCNICA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ
"Pedro Uribe Mejía"

Cenicafé
Chinchiná - Caldas - Colombia

Boletín Técnico
Nº 23
2001



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro de Comercio Exterior
Director del Departamento de Planeación Nacional

Miembros elegidos para el período 1999-2001

PRINCIPALES

Luis Ignacio Múnera Cambas
Mario Gómez Estrada
Alfonso Jaramillo Salazar
Rodrigo Múnera Zuloaga
Julio Ernesto Marulanda Buitrago
Diego Arango Mora
Floresmiro Azuero Ramírez
Carlos Alberto Martínez Martínez

SUPLENTE

Jorge Alberto Uribe Echavarría
Jorge Cala Robayo
Ramón Campo González
Rodolfo Campo Soto
Édgar Dávila Muñoz+
Alfredo Yáñez Carvajal
Luis Ardila Casamitjana
Ernesto Sayer Martínez

Gerente General
JORGE CÁRDENAS GUTIÉRREZ

Gerente Administrativo
EMILIO ECHEVERRI MEJÍA

Gerente Técnico (E)
EDGAR ECHEVERRI GÓMEZ

Director Programa de Investigación Científica
Director Centro Nacional de Investigaciones de Café
GABRIEL CADENA GÓMEZ

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones del 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 exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

UNA PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor: Héctor Fabio Ospina Ospina, I.A., MSc.
Diseño y
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Impresión: Editores S.A. - Manizales

Editado en septiembre de 2001
3.500 ejemplares



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

GERENCIA TÉCNICA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ
"Pedro Uribe Mejía"

Cenicafé

**APLICACIÓN DE LA "ESCALA BBCH AMPLIADA"
PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS FASES
FENOLÓGICAS DEL DESARROLLO
DE LA PLANTA DE CAFÉ (*Coffea* sp.)**

Por: **J. Arcila-Pulgarín**²
L. Buhr³
H. Bleiholder⁴
H. Hack⁵
H. Wicke⁶

¹ La abreviación BBCH se deriva de los nombres de las siguientes instituciones que desarrollaron la escala conjuntamente: Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt y Chemische Industrie, Alemania.

² Investigador Principal I, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

³ BBA, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow, Alemania

⁴ BASF AG, Carl-Bosch Str. 64, D-6717 Limburgerhof, Alemania

⁵ IVA, Theodor-Storm Weg 2, D-51519 Odenthal, Alemania

⁶ AgrEvo, Hessendemm 1-3, D-65795 Hatterseheim, Alemania

CONTENIDO

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CARACTERÍSTICAS DE LA ESCALA DE CRECIMIENTO PARA LA PLANTA DE CAFÉ	11
2.1. Crecimiento del cafeto.	11
2.2. Estados principales del crecimiento	12
2.3. Estados secundarios del crecimiento	12
3. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS DEL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE CAFÉ	13
3.1. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 0 Germinación, propagación vegetativa	13
3.2. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 1 Desarrollo de hojas en plantas de almácigo y en las ramas del árbol	15
3.3. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 2 Formación de ramas (elongación del tallo) (sólo para plantas en el campo)	16

3.4. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 3 Elongación de las ramas (primaria, secundaria y terciaria)	17
3.5. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 5 Emergencia de la inflorescencia y desarrollo de la flor	17
3.6. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 6 Floración	19
3.7. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 7 Desarrollo del fruto	20
3.8. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 8 Maduración del fruto y de la semilla	21
3.9. ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO 9 Senescencia	22
3.10. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL DESARROLLO DEL CAFETO	23
ESCALA BBCH AMPLIADA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE CAFÉ (<i>Coffea</i> sp.)	24
LITERATURA CITADA	29

RESUMEN

La “escala BBCH ampliada” y su código decimal asociado se aplicaron para la descripción del crecimiento de la planta de café. Los estados principales incluyen las siguientes fases: germinación y propagación vegetativa, desarrollo foliar en el tallo de plantas jóvenes y en las ramas del árbol, formación de ramas, elongación de ramas, emergencia de la inflorescencia, floración, desarrollo del fruto, maduración del fruto y de la semilla y senescencia de la planta.

También se identificaron las etapas secundarias para cada uno de los estados principales. La escala utiliza un código decimal de dos dígitos para identificar el estado principal y sus respectivos estados secundarios de desarrollo. Esta escala será de gran ayuda a investigadores y cultivadores de café alrededor del mundo, para planificar de manera más eficiente experimentos y prácticas de manejo del cultivo.

La descripción aquí presentada puede variar según el estado de la planta en cuanto a su nutrición, o debido al ataque de plagas y enfermedades.

1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos primarios más importantes en cerca de 70 países de los trópicos húmedos. Se cultiva en 10 millones de hectáreas y la producción mundial es alrededor de 5 millones de toneladas de café verde de las cuales el 69% provienen de variedades de *C. arabica*, el 30% de *C. Canephora* y el 1% de *C. liberica*. Brasil, Colombia y Vietnam cubren el 50% del mercado mundial (11,20,28,32).

Coffea es el género más importante de la familia Rubiaceae, que incluye más de 400 géneros y especies, principalmente árboles y arbustos. Las especies de mayor importancia económica son *C. arabica*, *C. canephora* y *C. liberica* (6, 34).

C. arabica es alotetraploide ($2n=44$), 90% autógama y la especie se propaga principalmente mediante semillas. Las variedades comerciales son de porte alto (4-6m de altura) o bajo (2-3m de altura). Algunos cultivares tradicionales de porte alto son: Arábica (Típica), Borbón, y Mundo Novo,

cultivados principalmente en el continente americano; SL26, y K7 en Kenia y S795 en la India. Las variedades de porte bajo tales como Caturra, Catuai, Colombia, Catimor, se cultivan especialmente en América y Ruiru 11 en Kenia. En la actualidad su cultivo es intenso a altitudes elevadas, entre 1.200 y 2.000m, en América y el Este de África (6, 21).

C. canephora es diploide ($2n=22$), alógama y se propaga mediante semillas o vegetativamente. Es un arbusto que crece hasta 10m en altura. Incluye variedades de porte alto como Kouilou, Conilon, y Robusta y algunos materiales híbridos seleccionados. Se cultiva ampliamente a altitudes bajas en el Oeste de África (Costa de Marfil y el Congo), Brasil, e Indonesia (6, 30).

C. liberica es diploide ($2n=22$) y alógama. Generalmente su altura es mayor que en las otras especies, alcanzando entre 5 y 17m.

Se cultiva desde el Sur de Guinea hasta Costa de Marfil, Liberia, Ghana, Zaire

y Norte de Angola
Los frutos son de mayor tamaño que los de *C. arabica* y *C. canephora* (6, 34).

Aunque las variedades de café de porte alto se cultivan todavía en muchas regiones del mundo, es clara la tendencia actual hacia el cultivo denso de variedades de porte bajo, altamente productivas y resistentes a enfermedades como la roya de la hoja (11).

El conocimiento de la fenología de los cultivos es importante para la planeación de las épocas oportunas para la realización de ciertas prácticas culturales como aplicación de fertilizantes, control de plagas, enfermedades y arvenses, entre otras.

Existen varias descripciones de las etapas de crecimiento del árbol de café (3, 4, 8, 10, 13, 24, 29, 31, 36) pero como es el caso para la mayoría de las plantas cultivadas, no hay un criterio unificado para describir su fenología.

La mayoría de estas descripciones se refieren a un estado particular del crecimiento y no se ha realizado ningún esfuerzo para establecer una descripción uniforme del crecimiento del cafeto, para su uso generalizado.

Desde la propuesta de Zadocks *et al.* (35), de establecer un código

decimal para la descripción de las etapas de crecimiento de cereales, ha habido un interés creciente por extender estos principios generales para la descripción de las etapas de desarrollo en otros cultivos, incluyendo monocotiledóneas, dicotiledóneas, gramíneas y especies perennes (1, 7, 15). Con base en la descripción de Zadocks, en los últimos años, Bleiholder *et al.* (7) y Lancashire *et al.* (17) propusieron un código decimal uniforme para la descripción de los estados de desarrollo de los cultivos y que es conocido como la "escala BBCH". Una escala más avanzada, la "escala BBCH ampliada" fue propuesta por Hack *et al.* (14) y Hess *et al.* (15). De acuerdo con esta escala universal, con base en criterios fenológicos y mediante un conjunto de códigos numéricos consistentes, es posible establecer una única codificación uniforme para describir los estados de crecimiento del mayor número de especies de plantas.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la "escala BBCH ampliada" y su código decimal para la descripción de las etapas del crecimiento de la planta de café.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ESCALA DE CRECIMIENTO PARA LA PLANTA DE CAFÉ

2.1 CRECIMIENTO DEL CAFETO

El crecimiento de la planta de café se genera a partir de células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y las ramas y en las axilas de las hojas. A partir de estos meristemas se desarrollan los primordios de nudos, hojas, ramas y flores. El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico). En el ápice de la rama ocurre la formación de nudos, hojas y crecimiento lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico) (22).

A cierta distancia del ápice del tallo y de las ramas, en las axilas de las hojas, se forman 4 ó 5 yemas en serie a partir de las cuales se diferencian flores o ramas. Cuando estas yemas se encuentran ubicadas sobre el tallo principal, la primera de ellas, a su vez la de mayor edad, da origen únicamente a brotes

horizontales (ramas primarias); en café se forma un par de ramas opuestas por nudo. La yema siguiente de la serie origina brotes verticales (“chupones”). Las otras yemas permanecen latentes o eventualmente forman flores (flores caulinares). Cuando las yemas se ubican en las ramas su destino principal es el de formar flores y aquellas que no se diferencian en flores forman ramas secundarias o terciarias.

El árbol de café comienza a producir frutos en ramas de un año de edad y continúa su producción durante 20 o más años, alcanzando su máxima productividad entre los 5 y 10 años de edad. Los nudos producen frutos solamente una vez (22).

Los sistemas de cultivo de café en el mundo incluyen la explotación de árboles que crecen naturalmente en el bosque, cultivo de árboles de café bajo remanentes de

bosque, cultivo bajo árboles de sombra plantados, cultivo sistemático a plena exposición solar, sistemas mixtos con otras plantas perennes o cultivos intercalados. Estos sistemas de producción involucran el desarrollo del cultivo, el mantenimiento de los arbustos en el campo y la cosecha y procesamiento (húmedo o seco) de las cerezas de café (11,21,30,34).

Los procesos de despulpado, fermentación y secado de los granos son eventos de poscosecha y no son considerados en la escala.

2.2 ESTADOS PRINCIPALES DEL CRECIMIENTO

La escala BBCH ampliada (14, 15) incluye 10 estados principales, los cuales se codifican de 0 a 9 y se inician con la germinación de la semilla o el desarrollo de brotes en las estacas o en los tocones de las zocas (Estado 0).

El crecimiento vegetativo se caracteriza por tres macroestados correspondientes al desarrollo foliar en el almácigo y en las ramas de plantas en el campo (Estado 1), la formación de ramas (Estado 2), y su elongación (Estado 3). El desarrollo de órganos vegetativos cosechables (Estado 4 de la escala general) no se consideró por no ser característico del desarrollo de la planta de

café. El crecimiento reproductivo representado por el desarrollo de la inflorescencia y de la flor se considera en el Estado 5 y la floración el Estado 6. El desarrollo del fruto (Estado 7) y su maduración (Estado 8), completan el ciclo reproductivo.

Los procesos de senescencia o envejecimiento de la planta se incluyen en el Estado 9 y completan la escala.

2.3 ESTADOS SECUNDARIOS DEL CRECIMIENTO

Las etapas secundarias de crecimiento se enumeran también de 0 a 9 y corresponden a valores ordinales o porcentajes de desarrollo. Por ejemplo, para el desa-

rollo de la hoja (Estado 1), al 5° par de hojas verdaderas se le asigna un valor de 5 y su código de identificación en la escala será de 15; para la elongación de la rama (Estado 3), cuando esta presenta 20 nudos se le asigna un valor de 2 y a su código de identificación en la escala 32; de esta misma manera, cuando un 10% de

las flores están abiertas, se le asigna un valor de 1 dentro del Estado principal 6 (floración) y se definirá como 61 en la escala.

Para la maduración de los frutos, el cambio de color fue el criterio considerado y así, el estado 88 corresponde a los frutos completamente rojos o amarillos y listos para ser recolectados. El código de estado 89 significa que los frutos están sobremaduros o en proceso de deterioro.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS DEL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE CAFÉ

Se presentan las descripciones para un rango promedio de condiciones ambientales favorables al crecimiento de café en Colombia, por ejemplo, 23 a 17°C (promedio de temperatura día-noche), precipitación mensual mínima de 120mm y menos

de 13.5 horas de fotoperíodo (8, 10, 19, 27, 34).

La escala puede aplicarse, aunque se presenta alguna variación en cuanto al tiempo de ocurrencia de las diferentes etapas de crecimiento, entre las especies, las variedades cultivadas y también entre las regiones, donde se siembra el café.

3.1 ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO

0

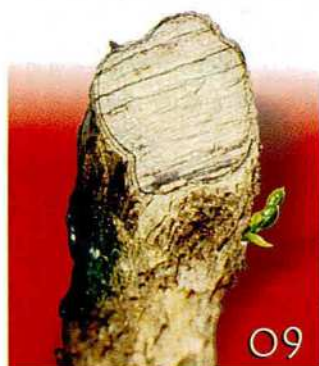
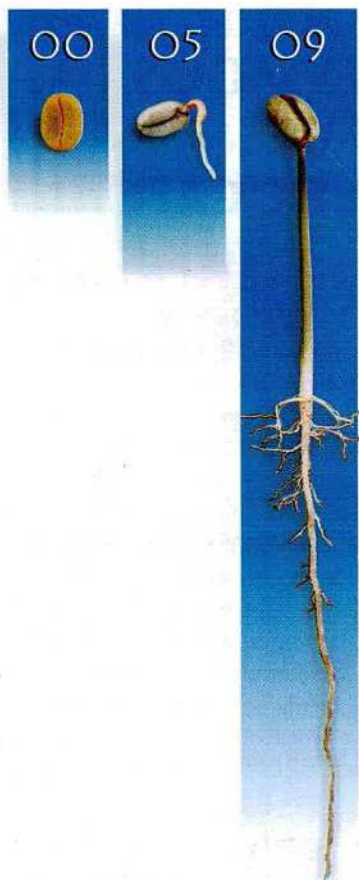
Germinación, propagación vegetativa

La semilla de café alcanza su madurez fisiológica alrededor de los 200 días después de la floración y se recolecta a los 240 días (25). Después de la cosecha (recolección de las cerezas rojas o amarillas) y beneficio (remoción de la pulpa, el mucílago y secado del grano, la semilla tiene una humedad entre 11-12% y es

de color amarillento si aún tiene el pergamino o de color verde azulado si se ha trillado, es decir, si se ha retirado el pergamino y la película plateada, caso en el cual se denomina "semilla seca", **Estado 00**).

La germinación tiene una duración de aproximadamente 9 semanas. Después

de la primera semana se completa la imbibición y la semilla aparece hinchada, de color blanquecino y la radícula no es visible (**Estado 03**). Después de 3 semanas se observa que la radícula brota de la semilla y aparece curvada (**Estado 05**). Luego hay elongación de la radícula y empiezan a formarse los pelos de la raíz



Brotos estimulados por el zoqueo de la planta

(Estado 06). A las 7 semanas cerca del 90% de los hipocotilos emergen del suelo (emergencia) y se observan los cotiledones encerrados en el pergamino (Estado 09) (5, 16).

Otra forma de propagación de la planta de café, especialmente en *C. canephora*, es mediante estacas (mononodales, ortotrópicas, de 60mm de longitud y dos hojas recortadas a la mitad) (Estado 00). Una vez las estacas se plantan en los medios de enraizamiento (Estado 01), la formación de callo comienza después de 3 semanas (Estado 03) y se completa después de 5 ó 6 semanas.

Cerca del 50% de las estacas deben formar brotes y raíces en las primeras 9 semanas después de la siembra (Estado 05) y aproximadamente un 75% en las siguientes 4 semanas (Estado 07).

Cuando las estacas presentan raíces de

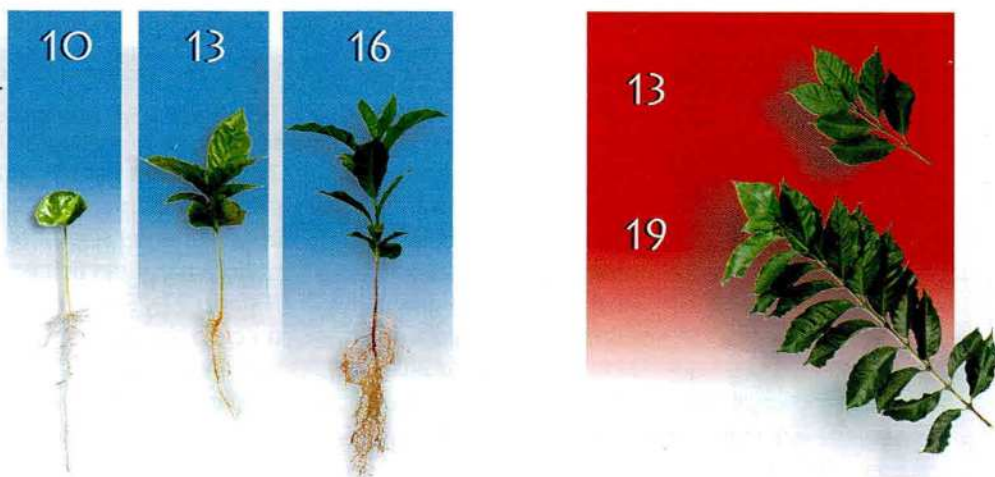
6-7cm de largo y brotes con 1-2 nudos (Estado 09) están listas para el transplante y cuidados en el vivero (30).

En algunos países, después de finalizar un ciclo de 5 ó 6 cosechas, la plantación se zoquea para iniciar un nuevo ciclo de cultivo (21, 34). Dos a tres meses después del zoqueo hay formación de numerosos brotes de los cuales se seleccionan entre 1 y 3 para el nuevo ciclo de producción. Esta práctica puede considerarse como un tipo de propagación vegetativa (Estado 0).

Al principio, los tocones presentan en los nudos formaciones abultadas (grupos de yemas latentes) y las yemas no son visibles (Estado 00).

Después de un mes se observan las yemas en los nudos como pequeños abultamientos y comienzan a ser visibles (Estado 03). Cuando las yemas aparecen como pequeñas estructuras redondas con brotes de color verde se ha alcanzado el Estado 05. Cuando los tocones muestran brotes con las primeras hojas, se completa la etapa de brotación (Estado 09). De ahí en adelante, el desarrollo continúa como en el tallo principal (5, 34).

Desarrollo de hojas en plantas de almácigo y en las ramas del árbol



En este caso se considera el desarrollo de las hojas en el tallo de la planta de almácigo y también en las ramas del árbol de café. Para la planta joven (plántula), se cuenta cada par de hojas, mientras que para el árbol, el desarrollo de las hojas se considera en relación con la aparición de los pares de hojas en cada rama y según el total de ramas en el árbol.

La formación de hojas en la planta de café ocurre por pares y depende de la formación de nudos en el tallo y en las ramas. En cada nudo se forman dos hojas

opuestas. Nueve semanas después de sembrada la semilla los cotiledones se observan completamente expandidos y el primer par de hojas verdaderas comienza a separarse del ápice (**Estado 10**); el desarrollo foliar en las ramas comienza con la separación del primer par de hojas (**Estado 10**) (5,16). Los dos primeros pares de hojas jóvenes son de color bronce o verde claro dependiendo del cultivar y a medida que completan su desarrollo se tornan de color verde más o menos intenso (par tres en adelante) (**Estados 11 y 12**).

El desarrollo del follaje es estacional y un cafeto de *C. arabica* de 5 años de la variedad Caturra, puede alcanzar cerca de 25m² de área foliar (2). Cuando se han desarrollado tres pares de hojas se completa el **Estado 13**. Cuando ya hay 9 o más pares de hojas se alcanza el **Estado 19**. La misma descripción se aplica para el desarrollo de las primeras hojas en el brote principal y en las ramas de estacas y tocones de la zoca.

Formación de ramas (elongación del tallo) (sólo para plantas en el campo)

En cultivos anuales la fase vegetativa cubre el período entre la siembra y la primera floración. Sin embargo, en el caso de cultivos perennes como el café es muy difícil definir una fase vegetativa, porque la formación de nudos y de hojas ocurre periódicamente (uno o dos ciclos anuales) y en ocasiones, coincide con el desarrollo de las flores y el fruto (2, 4, 10, 19).

A partir del sexto nudo del tallo principal en una planta joven (6 a 7 meses de edad), en cada axila de la hoja aparecen entre 4 y 6 yemas consecutivas, la primera de las cuales (la de

mayor desarrollo) da origen a una rama plagiotrópica (rama primaria). En cada nudo se forman dos ramas opuestas. Las yemas restantes dan origen a ramas ortotrópicas (chupones) y, ocasionalmente, a flores. En cada axila de la hoja de ramas plagiotrópicas se encuentran también de 3 a 4 yemas consecutivas que se diferencian principalmente en flores. Sin embargo, algunas de estas yemas podrían verse estimuladas por factores internos y externos para formar ramas laterales (ramas secundarias) aleatoriamente. De igual manera se forman ramas terciarias sobre las

ramas secundarias (22). Una vez formados 6 ó 7 nudos en el brote principal (**Estado 20**), el primer par de ramas primarias comienza a aparecer en el segundo nudo a partir del ápice (**Estado 21**). Si se considera un ciclo de crecimiento de seis años, cuando se forman 10 pares de ramas, se alcanza el **Estado 21**. Cuando han crecido 30 pares de ramas se alcanza el **Estado 25** y así sucesivamente. El **Estado 28** indica que se han formado 80 pares de ramas primarias. En el **Estado 29**, están presentes en la planta noventa o más pares de ramas (24, 26, 29).



3.4 ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO

3

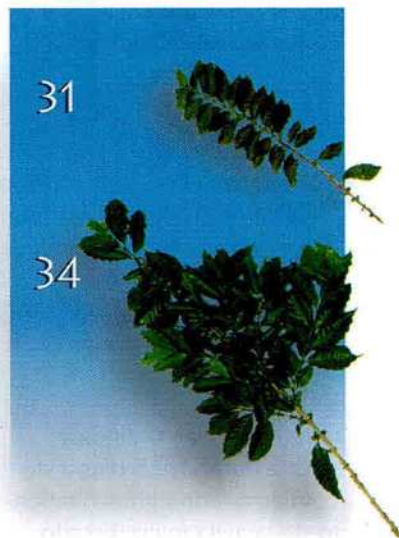
Elongación de las ramas (primaria, secundaria y terciaria)

Ocurre elongación de las ramas mediante la formación de nudos en el ápice y la elongación del entrenudo. Al principio se observa en el ápice de la rama un pequeño par de hojas desplegado y el primer nudo es apenas visible. En cada nudo se forma un par de hojas opuestas.

Cuando se han formado 10 nudos se alcanza el **Estado 31**. Cuando hay 50 nudos se presenta el **Estado 35**.

Del mismo modo, el **Estado 37** significa que existen 70 nudos en la rama. En el **Estado 39** la rama presentará 90 o más nudos.

Debido a que las ramas secundarias se forman sobre las primarias y a su vez, las terciarias sobre las secundarias, sus nudos se incluyen como componentes de la rama primaria.



3.5 ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO

5

Emergencia de la inflorescencia y desarrollo de la flor

La floración de la planta de café es un proceso complejo (9, 22, 23, 27). Tiene una duración de aproximadamente 120 días. En este caso se manejan dos aspectos: a. Desarrollo de la inflorescencia en las axilas foliares (nudos en las

ramas) y b. Desarrollo de la flor en cada inflorescencia. En la axila de la hoja se forman entre tres y cinco yemas (inflorescencias) y en cada inflorescencia entre 4 y 5 flores. Varias escalas han sido propuestas para describir el desarrollo de la

flor (9, 12, 22, 33). En el desarrollo de la flor ocurren las siguientes etapas: La primera es la inducción floral y la iniciación de la inflorescencia lo cual ocurre al nivel molecular, a una tasa muy rápida y no distinguible externamente.



51



En este estado el nudo está rodeado por estípulas de color verde claro y no se observa hinchamiento en la axila de la hoja.

El desarrollo de la inflorescencia continúa y podría durar 30 ± 5 días. Este comienza con el hinchamiento de la axila foliar (**Estado 51**). En la siguiente fase las yemas de la inflorescencia surgen entre las estípulas, aparecen cubiertas por un mucílago de color castaño y no se observan botones florales, (**Estado 53**).

En el estado siguiente se observan botones adheridos entre sí, todavía sin abrir y que emergen en una



54



57



inflorescencia multiflora (**Estado 54**), que tiene una duración aproximada de 45 días. Cuando los botones florales alcanzan un tamaño de 4 a 6mm se observan libres y aún verdes (**Estado 57**), cesan el crecimiento y entran en latencia que puede durar 30 días o más. Esta inactividad es aparentemente una verdadera latencia inducida



59



por la exposición continua de la yema a potenciales de agua bajos o a factores endógenos.

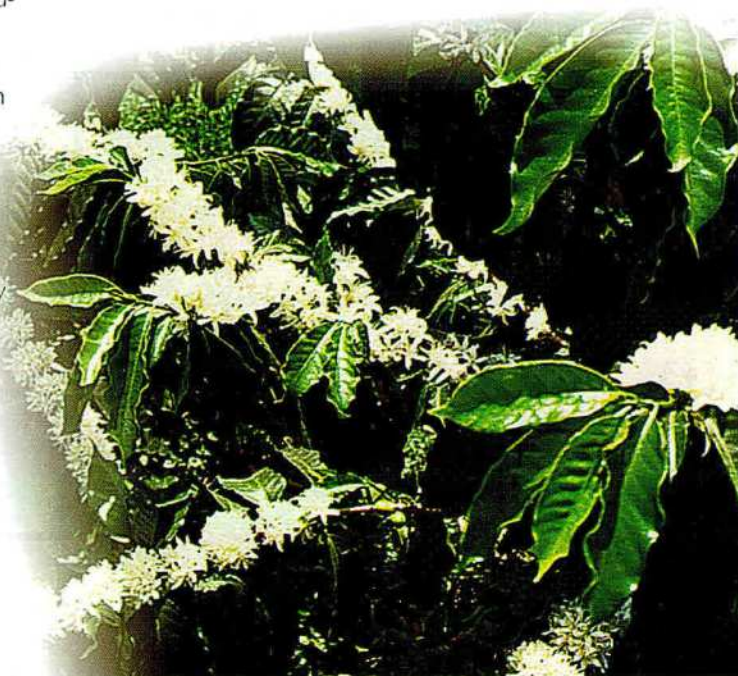
El alivio súbito del déficit de agua por lluvia o riego, una reducción repentina de la temperatura o las aplicaciones de ácido giberélico pueden ocasionar la reovación rápida del crecimiento del botón floral latente que aumenta su longitud 3 ó 4 veces y sus pétalos, todavía cerrados, presentan un color blanquecino (**Estado 59**) (27). Esta fase tiene una duración de 10 a 15 días.

La floración simultánea es característica en casi todas las regiones donde se cultiva café. En *C. arabica* la apertura de flores ocurre en 3 ó 4 días; en *C. canephora* las flores tienden a abrir todas en el mismo día (8, 27, 34). El déficit hídrico al parecer, es esencial para el desarrollo normal de las flores; si las yemas no lo experimentan no se desarrollan o lo hacen irregularmente. Las yemas florales comúnmente maduran durante la temporada seca y abren 10 a 15 días después de la interrupción de los períodos secos por lluvias (10, 27). En las regiones ecuatoriales cafeteras, donde no hay alternancia bien definida de temporadas húmedas y secas, los árboles de café florecen a intervalos que varían desde dos a varias semanas y pueden registrarse entre 12 y 15 floraciones en un año

(3, 8, 31). Esto hace que el desarrollo de la escala de floración sea más bien complicado. Sin embargo, una persona con alguna experiencia en el cultivo de café puede adquirir las habilidades para clasificar las floraciones según la escala propuesta.

Cuando cerca del 10% de las flores en una planta están abiertas, se define el **Estado 61**. En el **Estado 65**

Aproximadamente 50% de las flores han abierto y en el **Estado 69** cerca del 90%, muy pocos botones florales permanecen y el cuajado de fruto es la fase predominante. Se recomienda hacer estas evaluaciones en períodos de seis meses.



Aplicación de la "Escala BBCH ampliada" para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.)

Desarrollo del fruto

El fruto de *Coffea* sp. es una drupa ovalada y normalmente contiene dos semillas. Tiene una longitud de 10 a 15mm y se le denomina cereza. Toma de 7 a 8 meses para madurar, dependiendo de la variedad y cuando madura, su cubierta es roja o amarilla en algunas variedades. En su interior tiene una capa mucilaginosa. En la parte interna del fruto yacen dos semillas (granos de café) con sus lados planos adosados. Cada una de las semillas está incluida dentro de una cubierta delgada y

amarillenta (pergamino) revestida de mucílago. Debajo del pergamino se presenta además una película delgada y membranosa que recubre la semilla y se conoce como la película plateada.

Las semillas de *C. arabica* tienen de 9 a 12mm de largo, 6 a 7mm de ancho, 3 a 4mm de grosor y pesan aproximadamente entre 0,15 y 0,20g. La relación del peso de la cereza a café pergamino seco en variedades comerciales es en promedio 5.5:1 y el café limpio

contiene alrededor de 4.000 semillas por kg.

En *C. canephora* las semillas tienen de 8 a 9mm de longitud, la proporción de cereza a café pergamino seco es de aproximadamente 4,5:1, y 1kg de café limpio contiene 4500 semillas. Los frutos de *C. arabica* maduran más temprano (7 a 8 meses) que los del *C. canephora* (9 a 11 meses) (18, 25, 33, 34).

El desarrollo del fruto toma aproximadamente 220 a 240 días (18, 25). Debido a que diferentes etapas del desarrollo del fruto ocurren simultáneamente durante un período de seis meses, en la escala se consideró la calificación de la etapa más predominante (más de 50%).



- Después de la floración los pétalos se marchitan rápidamente y caen, y entonces se hacen visibles frutos muy pequeños amarillentos (**Estado 70**).

Los frutos crecen muy lentamente durante las primeras 4 a 8 semanas,

estado denominado usualmente como “cabeza de alfiler” (**Estado 71**). Después los frutos comienzan un crecimiento rápido y aumentan en volumen durante 10 a 11 semanas, presentan un color verde claro, su contenido interno es líquido y han alcanzado

cerca del 30% de su desarrollo (**Estado 73**). Posteriormente los frutos se observan de un color verde intenso y el contenido de la semilla se solidifica (**Estado 77**). Alrededor de las 28 semanas después de la floración el fruto es de color verde pálido, ha alcanzado su madurez fisiológica y en breve comenzará su maduración (**Estado 79**).

3.8 ESTADO PRINCIPAL DEL CRECIMIENTO

8

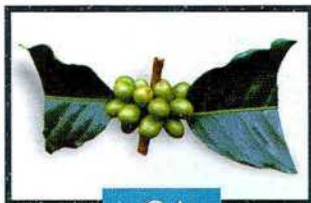
Maduración del fruto y de la semilla

Una vez el fruto y la semilla han alcanzado su madurez fisiológica, aproximadamente a los 200 días después de la floración, comienzan a cambiar de color verde a amarillo (**Estado 81**), luego el color aumenta de intensidad y se

observan áreas amarillas y rojas pero todavía no debe recolectarse (**Estado 85**).

Finalmente, sobre los 240 días el fruto está completamente rojo (o amarillo en algunos cultivares) y listo para cosecha (**Estado 88**).

El fruto se torna luego rojo oscuro, comienza a secarse (**Estado 89**) y permanece en el árbol o puede caer. El proceso de maduración de la cereza puede durar entre 28 y 42 días.



81



85



88



Aplicación de la “Escala BBCH ampliada” para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.)

Senescencia

La planta de café es perenne y se considera que alcanza su crecimiento máximo a los 8 ó 10 años de edad; sin embargo, los órganos de la planta completan su ciclo de vida en épocas y edades diferentes. Cuando los brotes han completado su desarrollo la planta aparece de color verde oscuro intenso, las hojas son de

tamaño normal y la cosecha se ubica en la parte inferior de la planta (**Estado 90**). Las hojas del cafeto tienen una duración de aproximadamente 300 días. Las hojas más viejas cambian su color verde intenso a amarillo con manchas rojas y caen, especialmente en la época de cosecha (**Estado 93**). A medida que la planta envejece el follaje se torna verde pálido, indicando cierto grado de senescencia y se observa defoliación en

la parte inferior del tallo principal y en las ramas de la parte baja (**Estado 94**). Después de 3 ó 4 cosechas la zona de producción se ha movido hacia la parte superior en el tallo principal y hacia la parte exterior de las ramas, las hojas son de tamaño menor que el normal, se observa fuerte defoliación en la parte inferior y al interior de la planta; algunas ramas muertas se observan en la base de la planta (**Estado 97**). Cuando la zona de producción se limita a unas pocas ramas en la parte



- apical del tallo y a unos pocos nudos hacia el ápice de estas ramas y en la planta hay defoliación

severa, se ha alcanzado un alto grado de senescencia (**Estado 99**).

3.10 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL DESARROLLO DEL CAFETO

Durante el ciclo de vida de la planta de café y especialmente en las regiones ecuatoriales, donde no hay alternancia bien definida de períodos húmedos y secos, ocurre superposición de estados vegetativos y reproductivos como:

Llenado de cosecha del primer semestre con las floraciones para la cosecha del segundo semestre; cosecha del primer semestre con el crecimiento rápido de los frutos para la cosecha del segundo semestre; floraciones para la cosecha del primer semestre con el llenado de la cosecha para el segundo semestre; crecimiento rápido de los frutos para la cosecha del primer semestre con la maduración de los frutos para la cosecha del segundo semestre (4, 10, 31).

Esta superposición de etapas origina la competen-

cia por asimilados entre órganos y entre los estados vegetativos y reproductivos, y podría alterar la época de ocurrencia y escalamiento de los estados. Para describir estas superposiciones

(estados paralelos) ambos estados pueden diferenciarse mediante una raya oblicua (/), por ejemplo : 65/85.




Aplicación de la "Escala BBCH ampliada" para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.)

ESCALA BBCH AMPLIADA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE CAFÉ (*Coffea* sp.)

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 0 :

Germinación, propagación vegetativa

- 
- 00 Semilla seca (11-12% de humedad), de color amarillento si el pergamino está presente o verde-azulado si se ha removido el pergamino y la película plateada (trillado). Estaca (ortotrópica, mononodal, 60mm de largo, con dos hojas recortadas a la mitad). Tallos de la zoca con dos nudos abultados y aún sin brote visible
- 01 Se inicia la imbibición de la semilla, la almendra aparece hinchada, color blanquecino, la radícula no es visible. Estaca plantada en el medio de enraizamiento. No hay brotes ni formación de callos
- 03 Se completa la imbibición de la semilla, la almendra aparece blanca y con un ligero abultamiento en el extremo donde se ubica el embrión. Comienza la formación de callo en las estacas. Yemas redondas de color verde, visibles en los tallos de las zocas
- 05 La radícula brota de la semilla y aparece curvada. Brotes visibles en las estacas. Comienza la formación de brotes en los tallos de las zocas
- 06 Elongación de la radícula, formación de raicillas y raíces laterales en la semilla y las estacas
- 07 El hipocotilo sobresale del suelo y se observan los cotiledones todavía encerrados en el pergamino. Las estacas han formado brotes y tiene raíces ramificadas
- 09 *Emergencia:* Las semillas han surgido desde el suelo y se ven los hipocotilos con los cotiledones emergiendo a través del pergamino. Las estacas muestran raíces de 6 a 7cm de largo y brotes con 1 ó 2 nudos. Los tocones tienen retoños con los primeros pares de hojas

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 1 :

Desarrollo de la hoja en el tallo de la planta de almácigo ó en las ramas del árbol

- 10 Cotiledones completamente abiertos. Primer par de hojas verdaderas sin abrir se separan del ápice del tallo o el primer par de hojas verdaderas sin abrir se separan del ápice de la rama
 - 11 Primer par de hojas abierto pero aún no alcanzan su tamaño final. Hojas de color verde claro o bronceadas
 - 12 2 pares de hojas abiertas pero sin alcanzar su tamaño final. Hojas de color verde claro o bronceadas
 - 13 3 pares de hojas abiertas pero sin alcanzar su tamaño final. El tercer par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro
 - 14 4 pares de hojas abiertas. El cuarto par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro y ha alcanzado su tamaño final
- Los estados continúan hasta ...
- 19 9 o más pares de hojas abiertas visibles

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 2:

Formación de ramas (plantas en campo)

- 20 Primer par de ramas primarias visibles
 - 21 10 pares de ramas primarias visibles
 - 22 20 pares de ramas primarias visibles
 - 23 30 pares de ramas primarias visibles
- Los estados continúan hasta ...
- 29 90 o más pares de ramas primarias visibles

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 3 :

Elongación de las ramas

- 31 10 nudos presentes en la (s) rama(s)
- 32 20 nudos presentes en la(s) rama(s)

Los estados continúan hasta ...

39 90 o más nudos presentes en la(s) rama(s)

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 5 :

Desarrollo de la inflorescencia

51 Las yemas de las inflorescencias se observan como hinchamientos en las axilas foliares

53 Las yemas de las inflorescencias se hacen visibles por encima de las estípulas y están cubiertas por un mucílago de color castaño; no se observan botones florales

57 Flores visibles, con sus corolas pegadas entre sí, emergen en inflorescencias multiflorales (3 a 4 flores por inflorescencia)

58 Flores visibles, separadas entre sí, todavía cerradas; pétalos de 4 a 6mm de longitud y de color verde (estado de latencia)

59 Flores con pétalos alargados (6 a 10mm de longitud), todavía cerrados y blancos

En este caso se manejan dos aspectos: **a.** Desarrollo de la inflorescencia en las axilas foliares (nudos en las ramas) y **b.** Desarrollo de la flor en cada inflorescencia.

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 6 :

Floración

60 Primeras flores abiertas

61 10% de las flores están abiertas

63 30% de las flores están abiertas

65 50% de las flores están abiertas

67 70% de las flores están abiertas

69 90% de las flores están abiertas

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 7:

Desarrollo del fruto y de la semilla

- 70 Frutos visibles como pequeñas cerezas amarillentas
- 71 Cuajamiento del fruto: Iniciación del crecimiento de la cereza. Los frutos han alcanzado el 10% de su tamaño final (cabeza de alfiler)
- 73 Frutos de color verde claro y su contenido es líquido y cristalino. Los frutos han alcanzado el 30% de su tamaño final (fase de crecimiento rápido)
- 75 Frutos de color verde claro y su contenido es líquido y cristalino. Los frutos han alcanzado el 50% de su tamaño final
- 77 Frutos de color verde oscuro y su contenido es sólido y blanco. Los frutos han alcanzado el 70% de su tamaño final
- 79 Frutos de color verde oliva y su contenido interno es sólido y blanco. Los frutos han alcanzado el 90% de su tamaño final (madurez fisiológica)

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 8:

Maduración del fruto y de la semilla

- 81 Se inicia el cambio de color del fruto de verde oliva a rojo o amarillo
- 85 Incremento en la intensidad del color rojo o amarillo del fruto (específico de la variedad); fruto todavía no apto para cosecha
- 88 Fruto está completamente maduro y apto para cosecha
- 89 Sobremaduro; comienzan a ennegrecerse o a secarse los frutos. Permanecen en el árbol y se inicia la abscisión

ESTADO PRINCIPAL DE CRECIMIENTO 9:

Senescencia

- 90 Los brotes han alcanzado su desarrollo completo; la planta tiene un color verde intenso; las hojas son del tamaño normal para el cultivar y la cosecha se ubica en la parte baja de la planta

- 93 Las hojas más viejas cambian de color verde oscuro a un color amarillo con manchas rojas y hay defoliación principalmente en la época de cosecha
- 94 El follaje se torna de color verde oliva. Se observa defoliación en la parte basal del tallo y de las ramas inferiores
- 97 La zona de producción se ha trasladado hacia la parte más superior del tallo y hacia los extremos apicales de las ramas. Las hojas son de menor tamaño que para el normal del cultivar; se observa defoliación fuerte en la parte basal y al interior de la planta, algunas ramas de la base de la planta aparecen muertas
- 98 La zona de producción se limita a unas pocas ramas de la parte superior de la planta y a algunos nudos de la parte apical de éstas. La planta está altamente defoliada. Se ha alcanzado un alto grado de envejecimiento. El 90% o más de la cosecha se ha completado
- 99 Se inician los procesos de poscosecha o almacenamiento



LITERATURA CITADA

1. AGUSTI, M.; ZARAGOZA, S.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; L. HACK, L.; KLOSE, R.; STAUSS, R. Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agríos (Gén. Citrus). Levante Agrícola 332 : 189-199. 1995.
2. ARCILA, P.J.; CHAVES C., B. Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. Cenicafé 46(1):5-20. 1995
3. ARCILA, P.J.; JARAMILLO R., A.; BALDION R, J.V.; BUSTILLO P., A.E. La floración del cafeto y su relación con el control de la broca. Avances Técnicos Cenicafé No 193:1-6. 1993
4. ARCILA, P.J. Productividad potencial del cafeto en Colombia. In: Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. 50 años de Cenicafé. 1938 -1988. Conferencias Conmemorativas. Chinchiná, Cenicafé.1990. p. 105-119.
5. ARCILA, P.J. Aspectos fisiológicos de la producción de café. In: Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Tecnología del cultivo del café. Chinchiná, Cenicafé. 1988. p: 59-111.
6. BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic Resources of Coffea. In: CLARK, R.J.; MACRAE, R. Coffee Volume 4: Agronomy. Elsevier, London, 1988. 334 p.
7. BLEIHOLDER, H., BOOM, T.; VAN den LANGELUDECKE, P.; STAUSS, R. Codificación uniforme para los estadios fenológicos de las plantas cultivadas y de las malas hierbas. Phytoma 28:1-4. 1991.
8. CAMARGO, P de A. Florecimiento e frutificacao de café arabica nas diferentes regiones cafeeiras do Brasil. Pesq. Agropec. Bras. 20(7):831-839. 1985.
9. CAMAYO V., G. C. Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *Coffea Arabica* L. var. Colombia. Popayán, Universidad del Cauca. 1985. 164 p. (Tesis: Licenciatura en Biología).

10. CANNELL, M.G.R. Physiology of the tree crop. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K.C. (eds.) Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Avi Publishing Co. Westport. 1985. p.108-134.
11. CENTRE DE COOPERATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT, CIRAD. Notes et documents, 21. Plants: Yesterday, Today and Tomorrow. Document of the Plant Breeding Unit. 1995. 77 p.
12. DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Synchronization of the anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) following water stress during floral initiation. J. Hort. Sci. 69(5): 841-849. 1994.
13. FOURNIER O., L.A.; HERRERA DE F., M.E. Una década de observaciones fenológicas en café (*Coffea arabica* L.) En ciudad Colón, Costa Rica. Rev. Bio.Trop. 31(2): 307-310. 1983
14. HACK, H.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; MEIER, U.; SCHNOCK-FRICKE, E.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. Einheitliche codierung der phanologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler pflanzen- Erweiterte BBCH-skala, Allgemein Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 44: 265-270. 1992
15. HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale-general for the description of the growth stages of mono - and dicotyledonous weed species. Weed Research, in press. 1997
16. HUXLEY, P.A. Coffee Germination test. Recommendations and defective seed types. Proc. Int. Seed. Test. Ass. 30: 705-714. 1965.
17. LANCASHIRE, P. D., BLEIHOLDER, H.; LANGELUDECKE, P.; STAUSS, R.; VAN DEN BOOM, T.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. App. Biol. 119:561-601. 1991
18. LEON, J., FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L. Turrialba. 12: 65-74. 1962.
19. MAESTRI, M.; SANTOS, B. R. Ecofisiología de cultivos Tropicales. Café. Promecafé. ICA. 1981. 50p.

20. MINISTERE DE LA COOPERATION, FRANCE. Cafes. Etudes de cas sur la competitivite des principaux pays producteurs. CIRAD, Paris. 1994. 367 p.
21. MITCHELL, H.W. Cultivation and Harvesting of the Arabica Coffee Tree. *In*: CLARK, R.J.; MACRAE, R. Coffee Volume 4: Agronomy. Elsevier . London. 1988. 334p.
- 22 . MOENS, P. Investigaciones Morfológicas, Ecológicas y Fisiológicas sobre cafetos. Turrialba. 18: 209 - 233.1968.
23. MONCUR, M.W. Floral Development of Tropical and Subtropical Fruit and Nut Species. Nat.Res. Series N° 8. CSIRO, 1988. p. 44-147.
24. REFFYE, Ph. De.; SNOECK, J.; JAEGER, M. Modelisation et simulation de la croissance et de l'architecture du cafeier. *In*: Colloque International Sur le Café, ASIC, 13. Paipa, Colombia. 1989. p. 523-546.
25. SALAZAR G., M.R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.M.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento del fruto de café, *Coffea arabica* L. var. Colombia. *Cenicafé*. 45(2):41-50. 1994.
26. SALAZAR A., N.; OROZCO C., F.J.; CLAVIJO P., J. Características morfológicas, productivas y componentes del rendimiento de dos variedades de café: Colombia y Caturra. *Cenicafé* 39(2):41-63. 1989
27. SANTOS, B.R.; MAESTRI, M.; COONS, M.P. The physiology of flowering in coffee. A Review. *J. Coffee. Res.* 8: 29-73. 1978.
28. SANTOS, B.R.; MAESTRI, M.; RENA, A. Coffee crop ecology. *Tropical Ecology*, 36(10):1-19. 1995.
29. SNOECK, D. Simulation de la croissance de cinq cultivars *Coffea arabica* L. Par l'analyse des cimes. *Cafe Cacao The* 35 (3): 177-190. 1991.
30. SNOECK, J. Cultivation and Harvesting of the Robusta Coffee Tree. Chapter 3 *In*: CLARK, R.J.; MACRAE, R. (Eds). Coffee Volume 4: Agronomy. Elsevier. London. 1988. 334p.
31. TROJER, H. The phenological equator for coffee planting in Colombia. *In*: Agroclimatological Methods. Proceedings of the Reading Symposium. Paris, Unesco, Vol. 7, 1968. P. 107-117.

-
32. USDA. World Agricultural Production .World Coffee Production 1995/1996 Forecast. United State Department of Agriculture. Foreign agricultural service.Circular series WAP 6-95.Washington D. C. 1995. 60p.
 33. WORMER, T. M.. The growth of the Coffee berry. Ann. Bot. 28:47-55. 1964
 34. WRIGLEY, G. Coffee. AICTA. Tropical Agriculture series. 1988. 639 p.
 35. ZADOCKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZACK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421. 1974.
 - 36 . ZIMBAWE COFFEE GROWERS ASSOCIATION. Coffee Handbook. Harare, Zimbabwe. Canon Press Ltd. 1987. 182p.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo BBCH; a Gonzalo Hoyos Salazar (fotografía); a Gloria Cecilia Camayo Vélez (floración); a Luz Stella Duque (textos).