

Nota Técnica

DESARROLLO DEL CAFETO (*Coffea arabica*). I. CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE TRES CULTIVARES¹/*

Jorge A. Briceño **
Oscar E. Arias **

ABSTRACT

Development of the coffee tree (*Coffea arabica*). I. Rate of vegetative and reproductive growth of three cultivars. Vegetative and reproductive growth of three cultivars of *Coffea arabica* L. (caturra, catuai, and catimor) was studied. The work was conducted in a coffee plantation at Centro de Investigaciones en Cafe, Barva, Heredia, Costa Rica, from August 1981 to August 1982. Data was collected on the vegetative growth both in the orthotrophic and plagiotrophic axes, number of flowers, and immature fruits. It was found that the increase of growth was related to the beginning of the rains and that slow growth was associated with dry season. On the other hand, despite continuing rains, there was fruit drop around the mid June 1982 and, of vegetative growth was minimal.

INTRODUCCION

Entre los fenómenos de mayor interés biológico y práctico en plantas leñosas, está el crecimiento rítmico. Este comportamiento fisiológico está genéticamente controlado y algunas veces ocurre como respuesta a las variaciones en condiciones ambientales (Alvim *et al.*, 1974; Goldbach *et al.*, 1975; Gopal y Vasudeva, 1973; Kozlowski, 1971; Perry y Hellmers, 1973; Walton, 1980; Wright y Hiron, 1969; Guevara, 1988).

El crecimiento vegetativo ocurre a través del año, pero la velocidad varía con cambios en los factores climáticos. Así, en Turrialba, Costa Rica, se observó un crecimiento mínimo de los brotes entre agosto y la primera quincena de enero, cuando las temperaturas fueron bajas y los días fueron cortos, seguido de un crecimiento rápido que comenzó en enero y mostró picos en marzo y julio (Alvim y Kozlowski, 1977). Según

estos autores, el patrón de periodicidad no fue alterado por la fertilización nitrogenada, caída de lluvias, humedad del suelo, floración o fructificación. En la región central de Colombia se ha reportado que aunque los brotes de café crecen más o menos continuamente (Alvim y Kozlowski, 1977) se reconocen 2 períodos de rápido crecimiento (marzo-mayo, agosto-setiembre), que coinciden ambos con etapas de floración, y un período de poco crecimiento durante los meses lluviosos de noviembre y diciembre. En El Salvador, Reeves y Villanova (1948) encontraron que el mayor crecimiento ocurría durante la estación lluviosa teniendo un máximo entre mayo y la primera mitad de junio, para presentar posteriormente una rápida declinación, aún cuando la precipitación estaba en un máximo.

Respecto a la floración en el cafeto, en varios lugares ocurre antes o simultáneamente el inicio de períodos de máximo crecimiento del eje ortotrópico (Alvim, 1960). Gopal *et al.*, (1975a) encontraron una correlación altamente significativa entre el número total de yemas florales y la reserva de carbohidratos (almiódón) en las ramas secundarias y terciarias del cafeto. En un trabajo posterior (Gopal *et al.*, 1975b) se observó que en adición al tamaño y estado de las yemas florales,

1/ Recibido para publicación el 4 de diciembre de 1990.
* Esta investigación fue financiada por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
** Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

el déficit hídrico afecta con adversamente otros procesos fisiológicos como la liberación de energía y el balance de las sustancias reguladoras del crecimiento. También, el llenado uniforme de las yemas florales y su desarrollo posterior en flores normales está correlacionado con el número de hojas en las ramas y el índice de almidón (carbohidratos de reserva) en la madera (Gopal *et al.*, 1975a).

El crecimiento del fruto de café (León y Fournier, 1962) muestra una forma sigmoidea doble, con un incremento casi despreciable en un principio, seguido por un crecimiento rápido hasta que el fruto verde alcanza su tamaño final. Luego, sigue un período largo en que el fruto no crece, que termina cuando comienza a madurar y la "cereza" crece rápidamente. Cannell y Huxley (1969) mostraron que los asimilados de CO₂ marcado se movieron preferentemente hacia los frutos, sin modificar el patrón estacional de translocación, por lo que concluyeron que los carbohidratos se movilizan hacia las ramas altamente fructificadas al tiempo que ocurre la expansión rápida del fruto. El exceso de carbohidratos permite a las ramas producir más hojas y retener más frutos. Así, los frutos en crecimiento son centros de alto consumo de carbohidratos, lo que parecería estimular la actividad fotosintética de la planta. Algunos autores (Alvim y Kozlowski, 1977; Noggle y Fritz, 1976; Santos y Maestri, 1974; Steward, 1968) señalan esta relación entre las reservas de carbohidratos y el crecimiento de los frutos. La cosecha en crecimiento puede primero movilizar carbohidratos de la madera y luego de las hojas; los frutos pueden entonces caer si las reservas de carbohidratos son bajas. Contrastando con lo antedicho, Gopal (1971) observó que aspersiones de 2,4-D y 2,4,5-T redujeron la caída del fruto, lo que sugiere que existe un control hormonal en este proceso.

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar el crecimiento vegetativo y reproductivo de 3 cultivares de *Coffea arabica*, catimor, catuaí y caturra, bajo condiciones de campo en un suelo de origen volcánico de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Se colectó datos de campo durante un año, en plantaciones de 3 cultivares de *Coffea arabica*, catimor, catuaí y caturra, en el Centro de Investigaciones en Café (CICAFE) en Barva,

Heredia, Costa Rica, a una altitud de 1180 msnm, con una precipitación anual de 3234 mm (mayo 1981-mayo 1982) y una temperatura promedio de 19°C. Al inicio de las mediciones, el lote de catimor tenía aproximadamente año y medio de plantado, estaba a libre crecimiento y no tenía cosecha, las plantas estaban a 2 ejes con distancias de 1 m entre plantas y 2 m de "entrecalle". Los lotes de catuaí y caturra tenían aproximadamente 5 años y habían sido podados. En el lote de catuaí las plantas estaban separadas 1,25 m entre sí y 2 m de "entrecalle" y se había establecido un ciclo alterno de podas, en tanto que en el lote de caturra las plantas estaban separadas 0,80 m entre sí y la "entrecalle" era de 1,70 m.

Datos de crecimiento

Se hizo mediciones cada 2 semanas en 20 plantas/lote, escogidas por su homogeneidad, considerando los siguientes parámetros:

a) Longitud del eje ortotrópico: en el caso de catuaí y caturra se midió la longitud (cm) de los hijos de poda desde su base hasta el ápice; en cuanto al catimor, se tomó la longitud a partir del quinto nudo (medido del ápice hacia abajo) y en lo sucesivo se usó este punto como referencia.

b) Número de nudos en el eje ortotrópico: se determinó usando los mismos puntos de referencia que en a).

c) Longitud del eje plagiotrópico: se midió la longitud (cm) de una bandola/planta desde su origen en el eje ortotrópico hasta el ápice.

d) Número de hojas en el eje plagiotrópico: se hizo conteo de pares de hojas en una bandola/planta, tomando en cuenta todos los pares de hojas abiertas.

e) Yemas foliares: se contó en una bandola/planta las yemas inactivas y activas (aquellas que se llenaron luego de las primeras lluvias).

f) Floración: se contó el número de flores abiertas en una bandola/planta.

g) Frutos verdes: se contó los frutos de color verde en una bandola/planta de la siguiente forma: fruto 1, desde el momento de la abscisión de la corola hasta una diámetro aproximado de 5 mm, fruto 2, de 5 mm de diámetro en adelante siempre que tuviese color verde.

Datos de precipitación pluvial y humedad del suelo

a) Precipitación: los datos colectados diariamente se sumaron por períodos quincenales. Los

períodos de mayor precipitación durante el tiempo que duró el ensayo fueron los comprendidos entre mayo-octubre de 1981 y mayo-julio 1982 (Figura 1).

b) Humedad del suelo: en cada lote se colocó un tensiómetro a una profundidad de 30 cm en la banda de fertilización. Los valores más bajos (en centibares) corresponden al suelo con mayor contenido de humedad (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

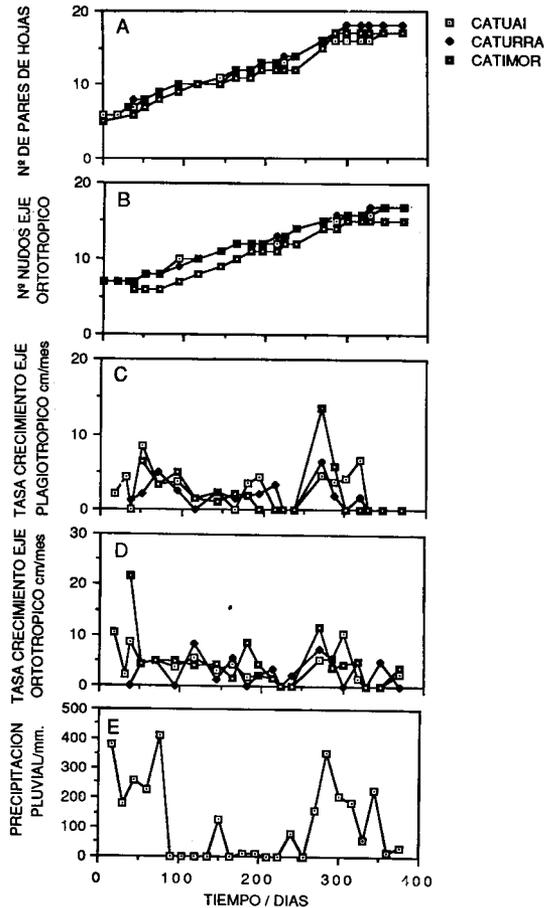
La tasa de crecimiento vegetativo y reproductivo fue semejante en los 3 cultivares estudiados; en general, hubo una renovación del crecimiento tanto vegetativo como reproductivo en presencia de las lluvias.

El crecimiento de los ejes ortotrópico y plagiotrópico fue mayor durante la época lluviosa de 1981 y disminuye con la precipitación pluvial (Figura 1). Al momento de la entrada de las lluvias (Figura 1), el crecimiento se incrementó en las 3 variedades, siendo mayores los valores en el catimor que en catuaí y caturra. No obstante, la disminución observada no debería atribuirse exclusivamente a la falta de humedad en el suelo (Cuadro 1) sino también a temperaturas bajas y días cortos propios de esta época del año, así como al ritmo endógeno de crecimiento propio de muchas especies tropicales. Este mismo fenómeno lo observó Boss (1958) en ramas laterales de café, entre agosto y la primera parte de enero, en Turrialba, Costa Rica.

El hecho de que catimor presentase un mayor crecimiento pudo ser resultado de varios factores como son, la juvenilidad de la planta y el origen genético. Debe añadirse que en este lote el suelo estaba más seco que en los otros en el período previo a las lluvias (Cuadro 1). Luego de analizar los estudios de Santos y Maestri (1974) en *Coffea arabica* cv. Bourbon amarillo en Brasil, no debe descartarse la posible influencia de la densidad de siembra y de los sistemas de poda utilizados en los lotes escogidos sobre las diferencias observadas en el crecimiento entre variedades.

Tal como fue observado por diversos autores en El Salvador, Colombia, Tanzania y Kenya (Alvim y Kozlowski, 1977; Reeves y Villanova, 1948) el ritmo de crecimiento en el eje ortotrópico disminuyó hacia mediados de junio y casi se detuvo durante el resto del período estudiado. Esto sugiere factores autónomos en la planta y una relación del crecimiento reproductivo con las reservas almacenadas en la planta, ya que las plantas que tenían mejor desarrollo vegetativo, previo al inicio de las lluvias, fueron las que finalmente mantuvieron mayores cantidades de fruto en las bandolas.

La formación de hojas en el eje plagiotrópico como la de nudos en el ortotrópico fue más lenta en el período seco (Figura 1), lo que concuerda con lo señalado por Santos y Maestri



A. S. O. N. D. E. F. M. A. M. J. J. A. S.

1982

Fig. 1. Crecimiento vegetativo en 3 cultivares en café, en el Centro de Investigaciones en Café-San Pedro de Barva, Heredia. A) Producción de hojas en el eje plagiotrópico. B) Producción de nudos en el eje ortotrópico. C) Tasa de crecimiento en el eje plagiotrópico. D) Tasa de crecimiento en el eje ortotrópico. E) Precipitación pluvial (mm) durante el período agosto 1981-agosto 1982.

Cuadro 1. Medición en centibares de la humedad del suelo mediante tensiómetros en los 3 lotes experimentales.*

Fecha (1982)	5 mar	23 mar	4 abr	16 abr	24 abr**	19 may	4 jun	17 jun	6 jul	16 jul	3 ago	27 ago
Lote de Catuaf	-	-	-	38	64	0	4	10	8	11	12	32
Lote de Caturra	58	-	-	30	42	6	6	8	3	6	6	12
Lote de Catimor	52	53	52	34	100	-	9	9	7	12	44	32

* Se usaron tensiómetros Soil Moisture Equipment Corp. Sta. Bárbara California. Estos midieron succión del suelo (en centibares) usando una escala de 0 a 100. El valor 0 centibares fue para el suelo más húmedo y el de 100 centibares para el suelo más seco.

** La estación lluviosa se presentó después de esta fecha.

Cuadro 2. Número de yemas florales, antesis y frutos verdes por eje plagiotrópico en 3 cultivares de café. (Promedio de 20 plantas en cada cultivar).

Fecha	1981								1982							
	15/2	12/1	02/2	19/2	05/3	23/3	02/4	16/4	24/4	19/5	04/6	17/6	06/7	16/7	03/8	27/8
Nº Días	116	144	165	182	196	214	224	238	246	271	287	301	319	329	347	371
Catuaf																
Nº yemas activas*	-	1	0	0	0	0	0	159	3	0	-	-	-	-	-	-
Nº flores antesis	-	0	0	0	0	0	0	7	144	0	-	-	-	-	-	-
Nº frutos verdes 1**	-	0	0	7	39	41	44	41	37	154	151	61	19	-	3	-
Nº frutos verdes 2**	-	0	0	0	0	1	1	1	1	36	44	122	131	-	137	138
Nº frutos totales	-	0	0	7	39	42	45	42	38	190	195	183	150	-	140	138
Caturra																
Nº yemas activas	-	0	0	1	0	0	0	85	2	0	-	-	-	-	-	-
Nº flores antesis	-	0	0	0	0	0	0	1	69	0	-	-	-	-	-	-
Nº frutos verdes 1	-	0	0	11	52	59	64	60	148	75	78	45	13	-	1	-
Nº frutos verdes 2	-	0	0	0	0	0	0	0	1	59	56	74	101	-	100	103
Nº frutos totales	-	0	0	11	52	59	64	60	149	134	134	119	114	-	101	103
Catimor																
Nº yemas activas	38	19	0	1	0	0	0	79	3	0	-	-	-	-	-	-
Nº flores antesis	0	0	0	0	0	0	0	7	87	0	-	-	-	-	-	-
Nº frutos verdes 1	-	1	22	38	80	72	76	64	61	69	66	20	6	-	1	-
Nº frutos verdes 2	-	0	0	0	0	25	12	16	14	76	75	106	110	-	118	122
Nº frutos totales	-	1	22	38	80	97	88	80	75	145	141	126	116	-	119	122

* Yemas activas = yemas florales llenas

** fruto verde 1 = fruto verde < 5 mm de diámetro

*** fruto verde 2 = fruto verde > 5 mm de diámetro

(1974). Es preciso añadir que las mediciones mencionadas fueron tomadas entre agosto de 1981 y mediados de abril de 1982, época en que las plantas no tenían frutos, lo cual permitió una mejor comparación de los parámetros señalados en forma congruente a lo estudiado por Boss (1958) en plantas inmaduras o sin cosecha.

En cuanto al crecimiento reproductivo (Cuadro 2) se debe destacar que tal como lo señalan diferentes autores (Alvim y Kozlowski, 1977;

Kozlowski, 1971; Santos y Maestri, 1974), una vez que se presentaron las primeras lluvias ocurrió una floración abundante (Figura 1, Cuadro 2).

El cultivar que presentó mayor cantidad de flores por bandola fue catuaf (144 flores), seguido por catimor y caturra (87 y 69 flores, respectivamente). Esta tendencia se mantuvo cuando se afianzó la cosecha, aún después de la caída del fruto (o purga) que fluctuó entre 16 y 31% (Cuadro 2).

Al iniciarse las lluvias, se distinguieron varios cambios en las cantidades de frutos de diámetro menor o igual a 5 mm y mayor que 5 mm en las bandolas, lo cual representa cambio en la velocidad de crecimiento o llenado del fruto verde en general. Esto es consistente con lo encontrado por León y Fournier (1962) en la zona de Turrialba, Costa Rica. En ese mismo período se notó una alta tasa de ramificación del eje plagiotrópico. Asimismo, se encontró correlación altamente significativa ($r=0,97^{***}$, $p<0,001$) entre la longitud de la bandola en la fecha previa al inicio de las lluvias (16 de abril, 1982) y la cantidad máxima de fruto. A su vez, se observó que la bandola que tenía más fruto fue la que sufrió mayor purga (Cuadro 2). Dicho de otra manera, la variedad que tenía mayor crecimiento longitudinal al momento de iniciarse las lluvias en el eje plagiotrópico se cargó con mayor cantidad de frutos y, al empezar a llenarse éstos, perdió una cantidad considerable de los mismos, permitiendo el crecimiento de los restantes. Esto ha sido señalado por algunos autores (Alvim y Kozlowski, 1977; Santos y Maestri, 1974) como índice de la cantidad de reservas que la planta tiene disponible en sus tejidos y permite reafirmar la importancia del crecimiento de la planta en general como sinónimo de reserva de nutrientes para futuras cosechas.

En suma, el crecimiento tanto vegetativo como reproductivo del cafeto, está asociado a las lluvias en cuanto a la puesta en marcha del proceso, pero no es el único factor que debe tomarse en cuenta a la hora de hacer un análisis de dicho fenómeno.

RESUMEN

La presente investigación estudió el crecimiento del cafeto en 3 cultivares de café (*Coffea arabica*), caturra, catuai y catimor. El estudio se efectuó en una plantación ubicada en el Centro de Investigaciones en Café (CICAPE), en San Pedro de Barva, Heredia, Costa Rica. El período de observaciones comprendió entre agosto de 1981 y agosto de 1982. Se colectó datos de crecimiento vegetativo en los ejes ortotrópico y frutos jóvenes en este último.

Se encontró que el ritmo de crecimiento está relacionado con las lluvias, porque al inicio de las mismas hubo renovación del crecimiento,

tanto del tejido vegetativo como reproductivo. El crecimiento lento se asoció con la época seca. No obstante, aún cuando el régimen de lluvias no se había interrumpido, durante el mes de junio hubo caída de fruto o "purga" y el crecimiento fue mínimo.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la valiosa colaboración del Centro de Investigaciones en Café (CICAPE), por facilitar los lotes en los cuales se hicieron las mediciones sobre crecimiento.

LITERATURA CITADA

- ALVIM, R.; ALVIM, P.T.; LORENZINI, R.; SAUNDERS, P.F. 1974. The possible role of abscisic acid and cytokinins in growth rhythms of *Theobroma cacao* L. *Theobroma* 4(3):3-11.
- ALVIM, P.T. 1960. Physiology of growth and flowering in coffee. Turrialba 2:57-62.
- ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. 1977. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press. 502 p.
- BOSS, M.L. 1958. Some environmental factors related to growth cycle of *Coffea arabica* L. Proc. Fla. State Hort. Soc. 71:327-332.
- CANNELL, M.G.R.; HUXLEY, P.A. 1969. Seasonal differences in the pattern of assimilate movement in branches of *Coffea arabica* L. Ann. Appl. Biol. 64:345-357.
- GOLDBACH, E.; GOLDBACH, H.; WAGNER, H.; MICHAEL, G. 1975. Influence of N-deficiency on the abscisic acid content of sunflower plants. Phys. Plant. 34:138-140.
- GOPAL, N.H. 1971. Preliminary studies on the control of fruit drop in arabica coffee. Indian Coffee 35:413-417.
- GOPAL, N.H.; VASUDEVA, H. 1973. Physiological studies on flowering in *Coffea arabica* under South Indian conditions. I. Growth of flower buds and flowering. Turrialba 23:146-153.
- GOPAL, N.H.; RAJU, R.I.; VENKATARAMANAN, D.; JANARDHAN, R.V. 1975a. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. III. Flowering in relation to foliage and wood starch. Turrialba 25:239-242.
- GOPAL, N.H.; VENKATARAMANAN, D.; RAJU, K.I. 1975b. Physiological studies on flowering in coffee under South Indian conditions. II. Changes in water content, growth rate, respiration and carbohydrate

- metabolism of flower bud during bud enlargement and anthesis. *Turrialba* 25:29-36.
- GUEVARA, E. 1988. Periodicidad de la absorción de nutrientes y su efecto sobre el desarrollo y la productividad del cafeto. In *PROMECAFE. Curso Regional sobre Nutrición Mineral del Café*. San José, Costa Rica. p. 39-54.
- KOZLOWSKI, T.T. 1971. *Growth and development of trees*. New York, Academic Press. v. 1, 443 p.
- LEON, J.; FOURNIER, L. 1962. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L. *Turrialba* 12:65-74.
- NOGGLE, G.R.; FRITZ, G.J. 1976. *Introductory plant physiology*. New Jersey, Prentice-Hall Inc. 688 p.
- PERRY, T.O.; HELLMERS, H. 1973. Effects of abscisic acid on growth and dormancy of two races of red maple. *Bot. Gaz.* 134:283-289.
- REEVES, R.G.; VILLANOVA, T. 1948. Estudio preliminar acerca del crecimiento periódico de los cafetos. *Café de El Salvador* 18:1085-1092.
- SANTOS, R.; MAESTRI, M. 1974. Ritmo de crecimiento de tronco de café. *Turrialba* 24:127-131.
- STEWART, F.C. 1968. *Growth and organization in plants*. Mass., Addison-Wesley Publishing Co. 564 p.
- WALTON, D. 1980. Biochemistry and physiology of abscisic acid. *Ann. Rev. Plant Phys.* 31:453-484.
- WRIGHT, S.T.; HIRON, R.W. 1969. Abscisic acid, the growth inhibitor, induced in detached wheat leaves by a period of wilting. *Nature* 224:719-720.