

RELACION ENTRE LA TEMPERATURA Y EL CRECIMIENTO EN *Coffea arabica* L., VARIEDAD CATURRA

Alvaro Jaramillo-Robledo*
Orlando Guzmán-Martínez*

RESUMEN

Se estudió la relación entre la temperatura media del aire y el crecimiento en *Coffea arabica* L., Variedad Caturra para diferentes ensayos realizados por Cenicafé, en condiciones de campo, en distintas localidades y épocas. Se encontró una temperatura óptima cercana a 21 °C para el crecimiento del café, con un límite inferior de 10 °C y uno superior a 32 °C, fuera de los cuales el crecimiento sería nulo. Teniendo como base inferior una temperatura de 10 °C, el número de unidades térmicas calculadas, requeridas entre la siembra de la planta (a los seis meses de edad) y la primera floración, fue de 2.500. Entre la primera floración y la primera cosecha, fue de 3.250 para un total de 5.750 unidades térmicas. El número de días transcurridos entre la siembra y la floración fue de 330 días; entre floración y cosecha fue de 220 días para un total de 550 días. Se encontraron relaciones altamente significativas entre el número de días transcurrido desde la siembra hasta la primera cosecha (N) y la temperatura media del aire ($r = 0,66^*$), y entre N y las unidades térmicas ($r = 0,46^{**}$).

SUMMARY

JARAMILLO R., A. and GUZMAN M., O. Relationship between temperature and growth in *Coffea arabica* L. var. Caturra. Cenicafé (Colombia) 35(3):57-65. 1984.

The relationship between medium air temperature and growth in *Coffea arabica* L., Caturra variety was studied for different tests carried out by Cenicafé, under field conditions, in different locations and seasons. An optimum temperature for coffee growth, close to 21 °C was found, with values, one under 10 °C and one over 32 °C, in which growth would be null. Taking 10 °C as lower base, the number of estimated thermal units required between the first planting (at six months of age) and first blossoming, was 2,500; between the first blossoming and the first crop, the number was 3,250 for a total of 5,750 thermal units. The number of days elapsed between planting and blossoming was 330 days and between blossoming and harvesting the time was 220 days for a total between planting and harvesting of 550 days. Highly significant relationship were found between the number of days elapsed from planting to first crop (N) and the medium air temperature ($r = 0.66^*$), and between N and the thermal units ($r = 0.46^*$).

Additional Key Words. Environmental factors. Growth.

INTRODUCCION

Los cultivos comerciales de café se localizan a nivel mundial entre los 20 grados de latitud norte y 26 grados de latitud sur. La temperatura óptima para el cultivo está entre 18 y 21 °C. Temperaturas inferiores a 12 °C ó superiores a los 24 °C, son adversas para su crecimiento y desarrollo (8).

* Respectivamente, Asistente y Auxiliar de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Suárez de Castro y Rodríguez (13) en 1956 encontraron en Cenicafé, una relación directa entre las sumas de las temperaturas medias horarias y el crecimiento máximo y mínimo en *Coffea arabica*. Castillo (3), al estudiar la relación del crecimiento del cafeto con la temperatura en condiciones de campo; encontró una mayor correlación con el número de horas en que ocurrieron temperaturas nocturnas superiores a 20 °C, observadas tres o cuatro semanas antes; la temperatura máxima estuvo correlacionada con el crecimiento. López et al (6), demostraron que las plantas de café localizadas a 1.050 metros (22,5 °C) crecieron 2,5 veces más que las plantas sembradas a 2.050 metros sobre el nivel del mar (16,0 °C).

Todo cultivo necesita una cantidad constante de energía para su desarrollo y crecimiento y una de las maneras para medir esta energía es indirectamente mediante la suma de temperaturas dentro del rango de tolerancia del cultivo. A esta suma se le denomina comúnmente unidades térmicas. Para varios cultivos, la temperatura mínima en la cual el crecimiento es nulo (temperatura base inferior) fluctúa entre los 3 °C, trigo, avena, arveja (1, 2, 9) y 18 °C, banano, maní (7). Para cultivos perennes como aguacate y cítricos, este valor es de 10 °C (7).

El método de las unidades térmicas se comenzó a utilizar desde el siglo XVIII y considera que el crecimiento de una planta es diferente según la cantidad de energía a la cual es sometida durante su ciclo de vida (10). Este método se ha utilizado con éxito en la predicción de la fecha de recolección para algunos frutales como manzanos, cerezos y duraznos (4)

La suma de unidades térmicas es constante para determinada fase de desarrollo de la planta, siempre y cuando no se presenten condiciones limitantes (deficiencia de agua, mala nutrición, plagas y enfermedades).

Es de anotar que para el cultivo del café no se encontraron trabajos que relacionen las unidades térmicas con el crecimiento.

En este estudio se pretende establecer algunas relaciones entre la temperatura media del aire de diferentes localidades en zona cafetera, y el crecimiento de *Coffea arabica* L. variedad Caturra, con énfasis en la utilización del método de las unidades térmicas.

MATERIALES Y METODOS

Para la obtención de las variables relacionadas con la planta se consultaron las siguientes fuentes: la información sobre las fechas de siembra y recolección para 47 lotes experimentales de nueve localidades, sembradas entre 1963 y 1977, fue suministrada por la Sección de Café de Cenicafé. Los datos sobre número de hojas, altura de la planta y peso seco de

la parte aérea, medidos en diferentes altitudes, se tomaron del estudio de López et al (6), y las medidas del fruto para las floraciones y los registros de temperatura se obtuvieron de los archivos de la Sección de Agroclimatología.

El cálculo de las unidades térmicas se fundamentó en el método sugerido por Montieth (9) el cual considera la existencia de una relación lineal entre el proceso fisiológico y la temperatura.

El estado de desarrollo de una planta puede representarse por una cantidad X y se expresa matemáticamente, así:

$$X = A \int_0^t (\bar{T} - T_0) dt = A (\bar{T} - T_0) t$$

$$\frac{X}{t} = A (\bar{T} - T_0)$$

donde:

X = Un número que relaciona un proceso de diferenciación o una cantidad como tamaño o peso, con el crecimiento.

A = Constante.

\bar{T} = Temperatura media.

T_0 = Temperatura base inferior.

t = Tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las diferentes localidades en donde se realizaron las medidas de planta y temperatura se presentan en la Tabla 1.

Todos los organismos presentan diferentes grados de adaptación al ambiente, siendo nula para determinados valores extremos, y entre ellos se encuentra el óptimo ecológico (Ley de Shelford). Esta situación se puede observar en la Figura 1, en la cual se presenta el número de hojas, la altura de la planta y el peso seco de la parte aérea, observados en plántulas de café Caturra que crecieron en varios sitios con altitudes comprendidas entre los 1.010 metros (Santágueda), y 2.050 metros (Manizales) y temperaturas medias que variaron entre los 16,5 °C y 22,5 °C.

TABLA 1.- LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES CITADAS EN EL ESTUDIO.

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.	Temperatura media °C
ANTIOQUIA				
Rosario	5°58'	75°44'	1.600	19,7
Piamonte	5°54'	75°38'	1.330	20,4
CALDAS				
Cenicafé	4°59'	75°35'	1.310	20,7
Naranjal	4°58'	75°36'	1.370	20,6
Supía	5°28'	75°38'	1.330	20,6
Santágueda	5°04'	75°41'	1.010	22,5
Manizales	5°04'	75°31'	2.150	16,5
CUNDINAMARCA				
Misiones	4°34'	74°18'	1.540	19,8
QUINDIO				
Paraguaicito	4°24'	75°43'	1.250	21,3
TOLIMA				
Libano	4°55'	75°04'	1.430	19,8
VALLE				
Albán	4°46'	75°13'	1.400	19,5

En la Figura 1, se observa una tendencia positiva en el crecimiento de las plantas entre 16 °C y los 21 °C. La respuesta máxima (punto óptimo), se presenta alrededor de los 21 °C. Entre los 21,0 y los 22,5 °C, la tendencia en relación con la temperatura es negativa.

Si se proyectan las dos tendencias hacia los puntos en los cuales el crecimiento es nulo, se pueden encontrar los límites de tolerancia, inferior y superior, para el café.

Los límites de tolerancia del cafeto para temperaturas bajas (punto en el cual no hay crecimiento), se encuentran entre los 8°C y 14 °C aproximadamente; por tanto, 10 °C podría ser considerado como temperatura base inferior en café; este valor está próximo al dado por Alegre, citado por Maestri y Barros (8), quien da un valor de 12 °C. Los límites de temperaturas altas en los cuales el crecimiento se detendría, varían entre los 30,0 y 33,0 °C; un valor de 32 °C, se consideraría como el límite de tolerancia superior; Nunes et al (12) encontraron que a los 34 °C la fotosíntesis neta es insignificante. Franco (5) observó que entre los 29 °C y 33 °C, el aumento de un grado de temperatura, en el sistema radical, disminuyó en forma pronunciada el crecimiento de plantas de café.

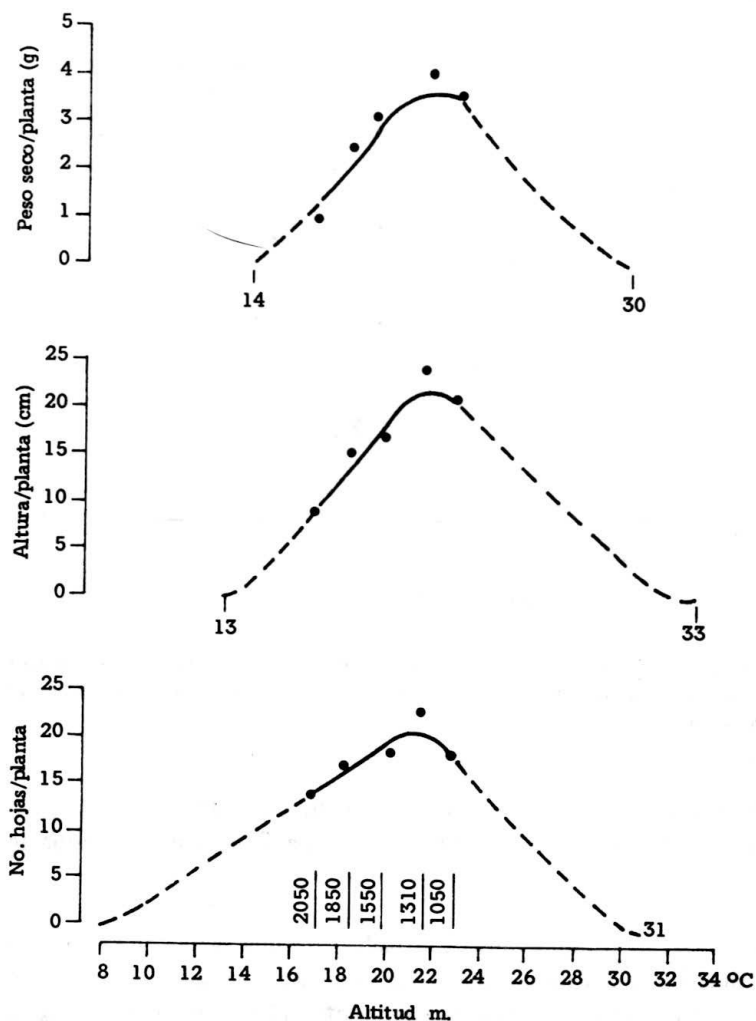


FIGURA 1.- Crecimiento de plantas de *Coffea arabica* L., variedad Caturra a los seis meses de edad, a libre exposición solar para diferentes condiciones de temperatura.

La relación existente entre el número de días transcurridos desde la siembra hasta la primera cosecha (N) y la temperatura media del aire en diferentes lugares, se presentan en la Figura 2. En ella se observa una relación lineal negativa entre las dos variables con un coeficiente de correlación $r = 0,66^{**}$; es decir, a menor temperatura, el número de días transcurridos entre la siembra y la primera cosecha es mayor y viceversa. Se aprecia que al aumentar la temperatura en un grado, N disminuye en 36 días. Para las localidades con una temperatura alrededor de los 21,5 °C, como Paraguaicito y Piemonte, N está próximo

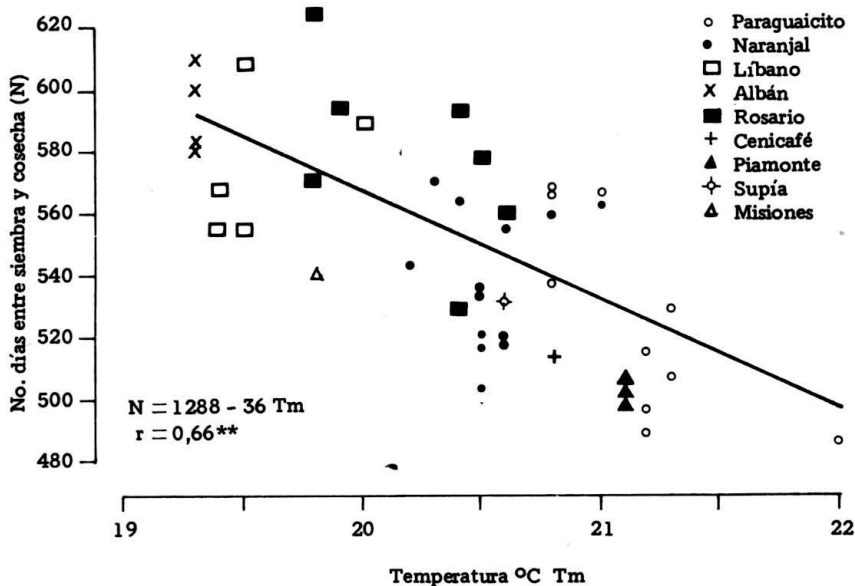


FIGURA 2.- Relación entre el número de días transcurridos entre la siembra y la primera cosecha (N) en *Coffea arabica* L., variedad Caturra y la temperatura media del aire en cafetales a libre exposición solar.

a los 525 días, mientras que para las zonas con una temperatura alrededor de los 19,5 °C este valor está cerca a 590 días como es el caso de Albán-Valle. El valor promedio fue de 550 días.

La relación entre N y las unidades térmicas calculadas con una temperatura base de 10 °C, se presentan en la Figura 3. Estadísticamente se ajustó a una ecuación lineal con un coeficiente de correlación $r = 0,46^{**}$. Se observa que mientras el número de días transcurridos entre la siembra y la primera cosecha varía entre 500 y 600 días aproximadamente, las unidades térmicas son poco variables con un valor promedio de 5.750. Lo anterior indica que en una región fría se requiere un mayor número de días para acumular ese total, en tanto que en una zona caliente este valor se acumula más rápidamente. Como el valor es constante para cada especie y variedad (11), solamente es válido para *Coffea arabica* L. variedad Caturra.

En la Figura 4, se presentan las curvas de desarrollo del fruto en Cenicafé, para floraciones ocurridas en diferentes épocas (enero 24/69 y junio 13/69); el número de unidades térmicas requeridas fue de 2.560 y 2.445 respectivamente, con una media de 2.500; este resultado es similar al encontrado por Alvim (1) en *Theobroma cacao* variedad Catongo, quien

estimó que son necesarias 2.500 unidades térmicas a partir de una temperatura base de 9 °C para completar el desarrollo del fruto, en las condiciones climáticas de Bahía-Brasil.

El número de días transcurridos entre la floración y cosecha es aproximadamente 224 días, lo que concuerda con los registros fenológicos llevados en la zona cafetera colombiana por Trojer (14), quien encontró una variación entre 215 y 250 días, con un promedio de 220.

Si se esquematiza el número de unidades térmicas requeridas en las diferentes fases de desarrollo del café variedad Caturra se tiene que, entre la siembra de la planta en el campo a los seis meses de edad y la floración, se requieren 3.250 unidades y entre esta última y el desarrollo del fruto, 2.500, lo cual daría un total de 5.750 unidades térmicas entre la siembra y la primera recolección.

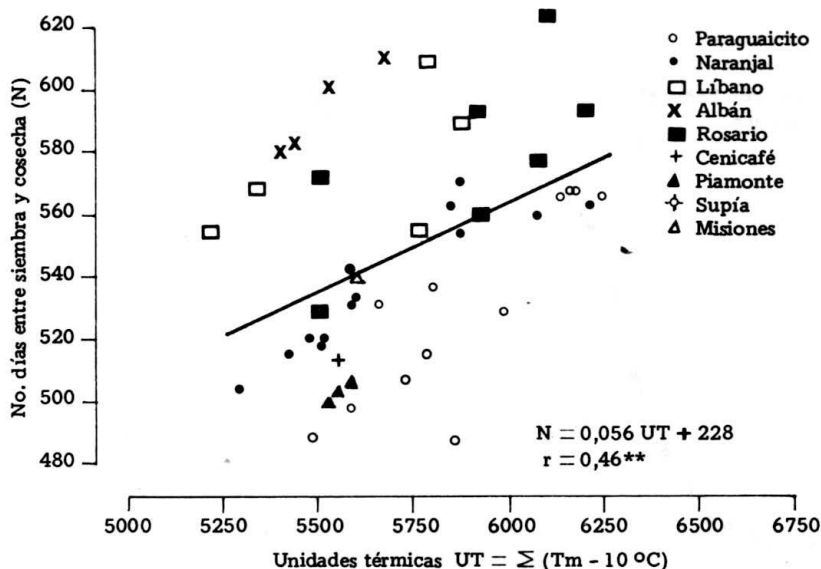


FIGURA 3.- Relación entre el número de días transcurridos entre la siembra y la primera cosecha (N) en *Coffea arabica* L., variedad Caturra y el número de unidades térmicas en cafetales a libre exposición solar.

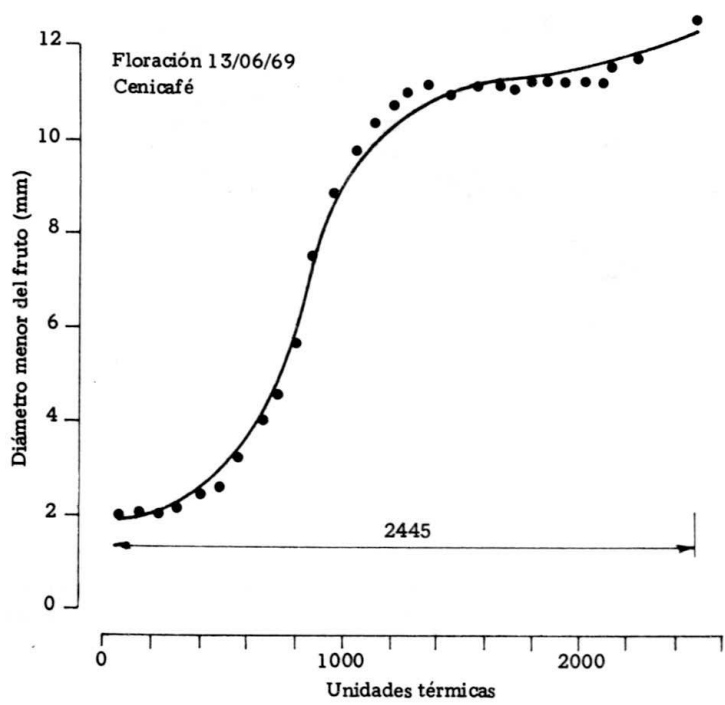
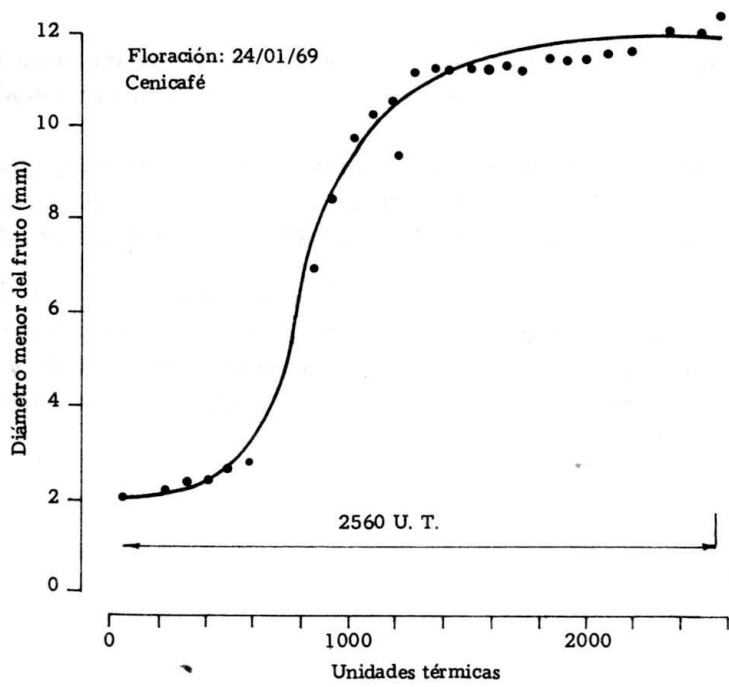


FIGURA 4.- Número de unidades térmicas acumuladas durante el desarrollo del fruto en *Coffea arabica* L., variedad Caturra en Cenicafé.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVIM P. de T. Cacao. In: Ecophysiology of tropical crops. Alvim P. de T., Kozlowski T. T. ed New York, Academy Press, 1977. p. 279-313.
2. BLEASDALE J. K. A. Fisiología Vegetal. Sao Paulo Universidade de Sao Paulo, 1973. 176 p.
3. CASTILLO Z., J. Observaciones sobre la relación del crecimiento del cafeto y temperatura en condiciones de campo. Cenicafé (Colombia) 8(10):305-313. 1957.
4. CHANG J., H. Climate and agriculture Chicago, Aldine Publishing, 1968. 296 p.
5. FRANCO, C. M. Efeito de temperaturas supraótimas no sistema radicular, no crescimento e na absorção e translocação de nutrientes, em cafeeiros cultivados em solução nutritiva. Turrialba (Costa Rica) 32(3):243-247. 1982.
6. LOPEZ C., F. J.; NARANJO, J. O.; VILLEGAS E., M.; VALENCIA A., G. Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. Cenicafé (Colombia) 23(4):87-97. 1972.
7. LUCCHESSE, A. A.; MONTENEGRO, H. W. S.; NOVA, N. A. V.; FLORENCIO, A. C. Estimativa de Graus-día acumulados no ciclo de frutificação de cultivos de abacateiros (*Persea americana*, Miler). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" (Brasil) 34:317-326. 1977.
8. MAESTRI, M; BARROS, R. Coffee. In: Ecophysiology of tropical crops; Alvim P. de T. Kozlowski T. T. ed New York, Academy Press 1977. p. 249-278.
9. MONTIETH, J., L. Climate. In: Ecophysiology of tropical crops Alvim P. de T. Kozlowski T. T. ed New York, Academy Press, 1977. p. 1-27.
10. MOTA, F. S. Meteorología Agrícola. Sao Paulo, Librería Nobel S. A., 1975. 376 p.
11. MOTA, F. S. El factor temperatura en agricultura. In: Conferencia Técnica de la O. M. M. sobre la aplicación de la meteorología y la climatología a la agricultura. Bogotá, 1978. 84 p.
12. NUNES, M. A.; BIERHUIZEN, J. F. and PLOEGMAN, C. Studies on the productivity of coffee; I. Effect of light, temperature and CO₂ concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. Acta Botánica Neerlandica 17:93-102. 1968.
13. SUAREZ DE C., F.; RODRIGUEZ G., A. Relación entre el crecimiento del cafeto y algunos factores climáticos. Chinchiná, Cenicafé, 1956. 13 p. (Boletín Técnico No. 16.).
14. TROJER, H. La investigación agroclimática para el cultivo del café en Colombia. Boletín Informativo 7 (75):78-101. 1956.