

INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN EL DESARROLLO DE PLANTULAS DE CAFE EN ALMACIGO

Francisco J. López C**

Oscar Naranjo J.**

Mario Villegas E.**

Germán Valencia A.*

INTRODUCCION

Para el establecimiento de nuevos cafetales, es importante obtener plántulas de almácigo sanas, vigorosas y bien desarrolladas.

Factores tales como la fertilización, incidencia de plagas y enfermedades, temperatura, humedad, altitud sobre el nivel del mar del sitio de localización del almácigo y la sombra o la plena exposición solar, inciden en el desarrollo de las plántulas de café en almácigo.

Algunos investigadores (1, 9, 11, 18) opinan que los almácigos se desarrollan mejor cuando se levantan a plena exposición solar; otros (4, 13, 17) han obtenido mejores resultados bajo sombra.

En la zona cafetera colombiana, a alturas superiores a 1.850 m.s.n.m. son frecuentes los problemas de enanismo, clorosis y mala formación de las hojas de las plántulas de café en almácigo.

Es probable, que estos trastornos tengan su explicación en el mayor contenido de rayos ultravioleta de la radiación solar a dichas alturas.

Existen estudios (14, 15, 16, 21, 22) sobre el efecto de los rayos ultravioleta en diferentes cultivos. Se ha comprobado que las radiaciones ultravioleta del espectro solar son menores en las tierras bajas que en las altas montañas (19) y que estas radiaciones son perjudiciales para los vegetales pues tienden a retardar su crecimiento (2, 8, 10). Con respecto al cultivo del café, este factor, a pesar de su importancia, no se ha estudiado jamás (8).

** Autores del trabajo, presentado como tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Caldas, Manizales.

* Jefe de la Sección de Fitofisiología del Centro Nacional de Investigaciones de Café —CENICAFE—, Chinchiná, Caldas.

Con el objeto de verificar si el contenido de las diferentes radiaciones de la luz solar a distintas altitudes, produce algún efecto sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de café en almácigo, se realizó el presente trabajo en varias fincas del municipio de Manizales localizadas entre los 1.050 y 2.050 m.s.n.m. El trabajo se inició en junio de 1972 y tuvo una duración de seis meses.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo de este estudio, se prepararon almácigos de *Coffea arabica* variedad caturra. Estos se sembraron en bolsas de polietileno, con suelo de la Serie Chinchiná (7) mezclado con pulpa en la relación de 2:1.

Los almácigos se localizaron en las siguientes altitudes: 1.050, 1.250, 1.550, 1.850 y 2.050 m.s.n.m. Por cada altitud se seleccionaron tres sitios en la zona cafetera del municipio de Manizales.

En cada sitio se sembraron 192 plantas, 96 a plena exposición solar y 96 bajo umbráculo con 50% de sombra. Los registros se efectuaron sobre las 32 plántulas centrales de cada parcela.

Se empleó un diseño estadístico de muestreo al azar con clasificación jerárquica de cinco altitudes, tres regiones por altitud, dos modalidades, sol y sombra, para cada región, y 96 plantas por cada modalidad.

Al finalizar el ensayo se tomaron los siguientes datos: altura de la planta en centímetros; número de hojas por planta; peso seco de las hojas en gramos; y número de cruces o nudos ramificados, por planta.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados para las variables medidas.

Las altitudes afectaron en forma altamente significativa todas las variables medidas, presentándose una tendencia lineal de pendiente negativa, con disminución en la magnitud de la variable a medida que aumentó la altitud (figuras 1, 2 y 3).

En las variables altura de la planta, número de hojas por planta y número de cruces por planta, se notó una leve tendencia cuadrática, con

aumento en la altura de 1.250 m.s.n.m., sin alcanzar los niveles convencionales de significación.

La modalidad (sol y sombra) afectó en forma altamente significativa todas las variables, en las altitudes estudiadas, a excepción de la variable número de cruces por planta que fue apenas significativa. Bajo sombra, los valores fueron siempre superiores que a pleno sol (tabla 1, figura 4).

A 2.050 metros de altitud las plántulas que crecieron a pleno sol, presentaron hojas deformes y amarillas como se puede observar en la figura 5.



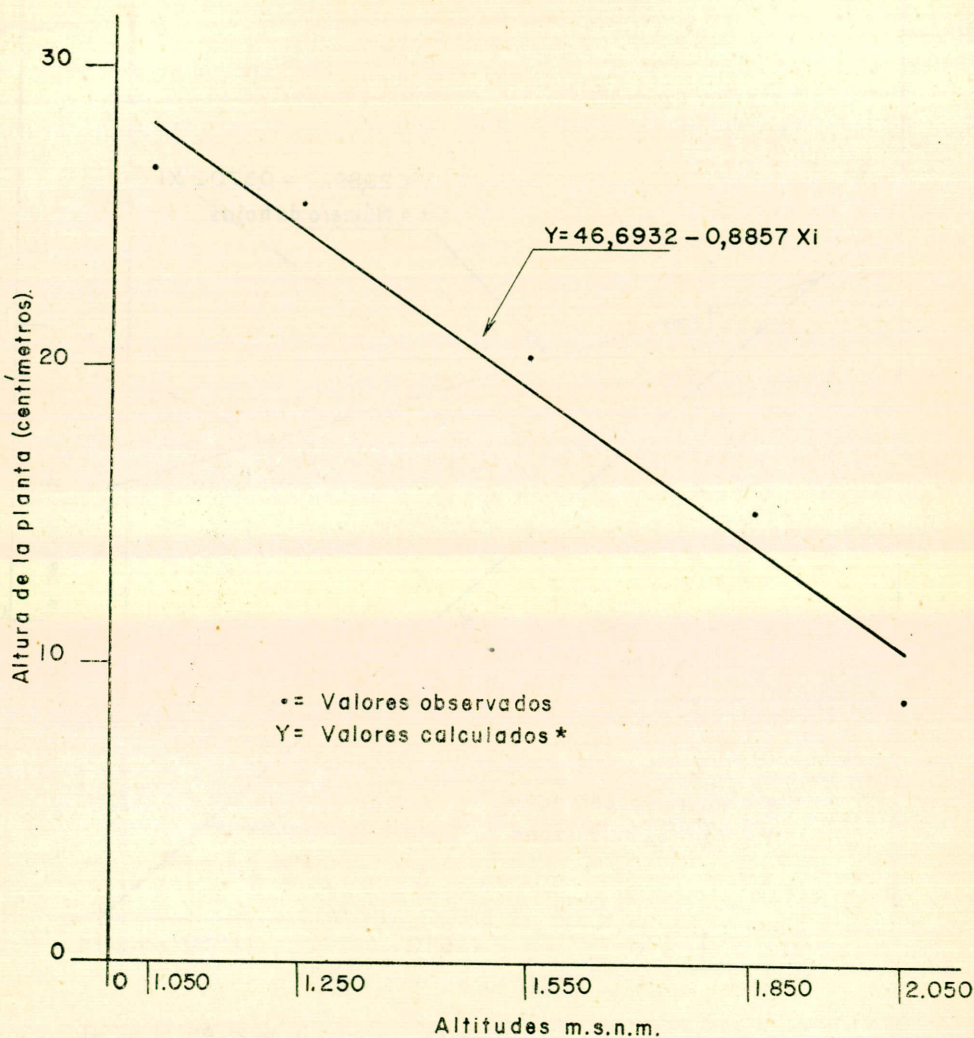
FIGURA 4.— Plántulas de café de seis meses de edad, en almácigos al sol y bajo sombra, localizados a diferentes alturas sobre el nivel del mar.



FIGURA 5.— Hojas de plántulas de Café en almácigos al sol a 2.050 metros sobre el nivel del mar. Obsérvese la coloración, deformaciones y diferentes tamaños.

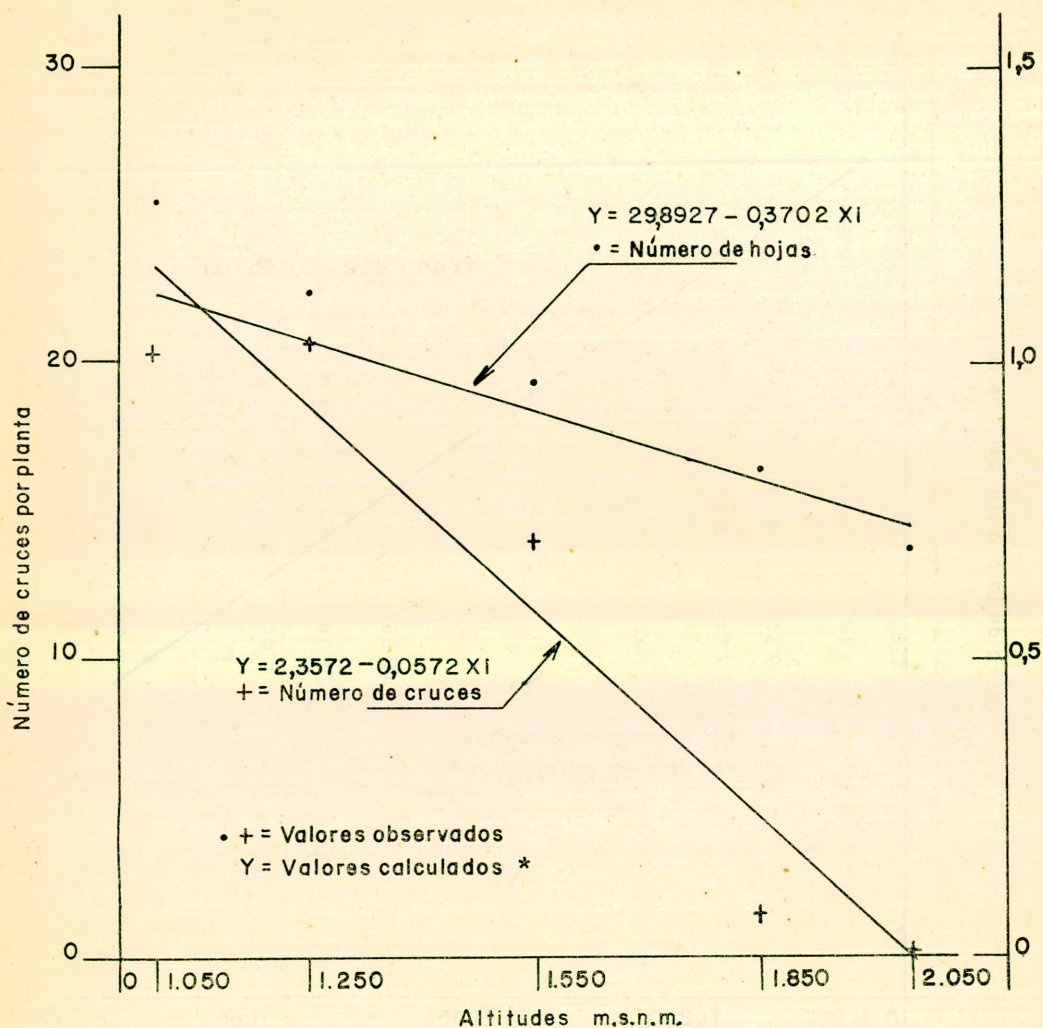
TABLA I.- Efecto de la altitud, sobre el desarrollo y peso seco de plántulas de café en almácigos. Promedios de 32 plántulas

VARIABLES		ALTITUDES					PROMEDIO DE MODALIDADES.
		1.050	1.250	1.550	1.850	2.050	
ALTURA DE LA PLANTA (centímetros)	SOL	21.47	24.28	17.25	14.82	8.62	17.29
	SOMBRA	31.79	27.28	22.15	15.53	9.20	21.19
NUMERO DE HOJAS	SOL	18.08	23.01	18.38	16.66	14.05	18.04
	SOMBRA	23.01	21.23	19.80	16.23	13.72	18.80
PESO SECO PARTE AEREA (gramos)	SOL	3.93	4.55	3.34	2.54	1.00	3.07
	SOMBRA	5.87	4.45	4.14	2.49	1.24	3.64
PESO SECO HOJAS (gramos)	SOL	2.78	3.24	2.41	1.85	0.71	2.20
	SOMBRA	4.25	3.20	3.04	1.81	0.95	2.65
NUMERO DE CRUCES	SOL	0.72	1.16	0.60	0.18	0.01	0.53
	SOMBRA	1.30	0.93	0.88	0.07	0.00	0.64



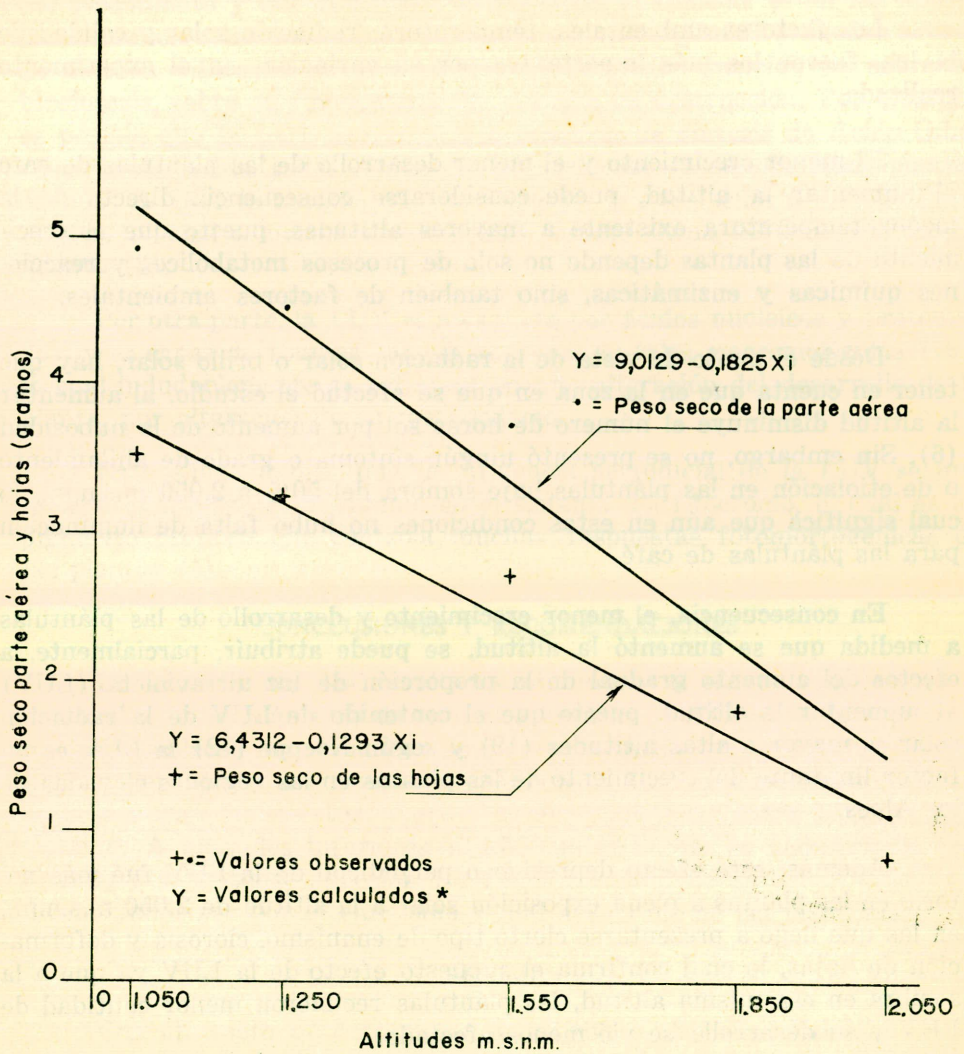
* Para calcular el valor de Y se utilizaron los valores de 21,25,31,37 y 41 para la variable X_i , correspondientes a una codificación de las altitudes de 1.050, 1.250, 1.550, 1.850 y 2.050 m.s.n.m. respectivamente.

FIGURA 1.- Representación gráfica de la ecuación de regresión para la variable altura de la planta y valores observados (Promedio de sol y sombra).



*Para calcular el valor de Y se utilizaron los valores de 21, 25, 31, 37, 41, para la variable X_i , correspondientes a una codificación de las altitudes de 1.050, 1.250, 1.550, 1.850 y 2.050 m.s.n.m. respectivamente.

FIGURA 2.- Representación gráfica de las ecuaciones de regresión para las variables número de cruces y número de hojas por planta y valores observados (Promedio de sol y sombra)



*Para calcular el valor de Y se utilizaron los valores de 21, 25, 31, 37, y 41 para la variable X_i , correspondientes a una codificación de las altitudes de 1.050, 1.250, 1.550, 1.850 y 2.050 m.s.n.m. respectivamente.

FIGURA 3.- Representación gráfica de las ecuaciones de regresión para las variables peso seco de la parte aérea y peso seco de las hojas y valores observados (Promedio de sol y sombra).

DISCUSION

Los factores ambientales, temperatura, radiación solar y calidad de la luz, fueron los más importantes por su variación, en el experimento realizado.

El menor crecimiento y el menor desarrollo de las plántulas de café al aumentar la altitud, puede considerarse consecuencia directa de la menor temperatura existente a mayores altitudes, puesto que el crecimiento de las plantas depende no solo de procesos metabólicos y reacciones químicas y enzimáticas, sino también de factores ambientales.

Desde el punto de vista de la radiación solar o brillo solar, hay que tener en cuenta que en la zona en que se efectuó el estudio, al aumentar la altitud disminuye el número de horas sol por aumento de la nubosidad (6). Sin embargo, no se presentó ningún síntoma o grado de ahilamiento o de etiolación en las plántulas bajo sombra del 50% a 2.050 m.s.n.m., lo cual significa que aún en estas condiciones no hubo falta de iluminación para las plántulas de café.

En consecuencia, el menor crecimiento y desarrollo de las plántulas a medida que se aumentó la altitud, se puede atribuir, parcialmente, a efectos del aumento gradual de la proporción de luz ultravioleta (LUV) al aumentar la altitud, puesto que el contenido de LUV de la radiación solar es mayor a altas altitudes (19) y según Koeppel (12) la LUV es un factor limitante del crecimiento de las plantas en las regiones elevadas de los Alpes.

Además, este efecto depresivo o perjudicial de la LUV fué más notorio en las plantas a plena exposición solar a la altitud de 2.050 m.s.n.m., en las que llegó a presentarse cierto tipo de enanismo, clorosis y deformación de hojas, lo cual confirma el supuesto efecto de la LUV ya que a la sombra en esa misma altitud, las plántulas recibieron menor cantidad de LUV y su desarrollo se vió menos afectado.

Estos resultados concuerdan con las anotaciones de Guiscafre (8) Bastin (3) y de Wassink y Stolwijk (20) sobre el efecto de ese tipo de luz en el crecimiento de las plantas.

Desde el punto de vista bioquímico los resultados pueden explicarse de acuerdo con Bastin (3), quien sostiene que la primera respuesta de

la planta al medio ambiente es la producción de sustancias reguladoras del crecimiento y del desarrollo. Entre estas sustancias están los inhibidores que son valiosísimos instrumentos de la morfogénesis y puedan actuar de manera diferente en una enzima o metabolito esencial, ya sobre su biosíntesis, sobre su funcionamiento, o sobre su destrucción. Por ejemplo, es posible que la LUV perjudique la reacción de síntesis de Acido Giberélico o de Acido Indol Acético y en consecuencia se obtengan plantas enanas; es posible además que se estimule la formación de Acido Indol Acético el cual a ciertos niveles puede actuar como inhibidor del crecimiento (3).

Por otra parte, la LUV es absorbida por ácidos nucleicos y proteínas (5), y es capaz de romper enlaces químicos de tales macromoléculas (19), lo cual indudablemente se reflejará en una alteración del desarrollo de la planta, por alteración de su metabolismo.

Es posible también que la influencia perjudicial de la LUV se manifieste a través de un cambio en el sistema del fitocromo, el cual es un pigmento proteico que controla muchas respuestas fotomorfogénicas de las plantas (5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, el menor crecimiento y desarrollo de las plántulas de café al aumentar la altitud de la región en que se establecen los almácigos, se debe principalmente a efecto de la menor temperatura y a la mayor proporción de LUV. Se recomienda el uso de la sombra cuando éstos se establezcan en altitudes entre 1.550 y 1.850 m.s.n.m. A altitudes inferiores a 1.550 m.s.n.m. no es necesario el umbráculo y a altitudes superiores a 1.850 m.s.n.m., no se deben establecer dichos almácigos por el enanismo y mal desarrollo de las plántulas.

RESUMEN

Con el objeto de determinar la altitud o altitudes óptimas para el desarrollo de almácigos de café, se realizó el estudio de la influencia de la altitud en el desarrollo de dichos almácigos.

El trabajo se hizo con plántulas de la variedad caturra, en el municipio de Manizales en altitudes de 1.050 - 1.250 - 1.550 - 1.850 y 2.050 m.s.n.m. al sol y bajo sombrío del 50%, con un diseño de muestreo al azar con clasificación jerárquica.

Como resultados del estudio se comprobó que la altitud influye notoriamente en el desarrollo de las plántulas de café en almácigos, en el sentido de que a medida que ésta aumenta, el crecimiento de las plántulas es menor, así como el peso seco de la parte aérea y el número de hojas por planta.

Estos resultados parecen estar inversamente relacionados con la proporción de luz ultravioleta y directamente relacionados con la temperatura en las distintas altitudes. Además si se tiene en cuenta que en la región en que se efectuó el estudio a una misma altitud las diferencias de temperatura, humedad relativa y cantidad de radiación son muy pocas, parece que la mayor cantidad de luz ultravioleta perjudica más el desarrollo de las plántulas de café, ya que éste fué significativamente superior bajo sombra que a pleno sol.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVIM, P. de T. Fisiología del crecimiento y de la floración del cafeto. *Café (Costa Rica)* 2 (6): 57-64. 1960.
2. BAEYENS, J. Nutrition des plantes de culture ou physiologie appliqués aux plantes agricoles. París, Editions E. Nawelaerts, 1967. 678 p.
3. BASTIN, R. Tratado de fisiología vegetal. Traducido por M. Serrano G. México, D. F. Editorial Continental, 1970. 514 p.
4. CAMARGO, S. O. Influencia de siete intensidades de sombra en almácigos de café. *Revista Cafetalera (Guatemala)* No. 23 :6-12. 1963.
5. EVANS, L. T. The effect of light on plant growth development and yield. *Agrometeorological Course of Bogotá, Colombia*, August-October, 1973. pp. 21-35.
6. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Anuario meteorológico, 1970. Suplemento. Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1970. 64 p.
7. GRISALES G., A. y URIBE H., A. Efecto del nitrógeno aplicado al suelo y al follaje sobre la producción y el contenido de proteína del pasto pangola (*Digitaria decumbens*). *Cenicafé (Colombia)* 17 (4): 132-141. 1966.
8. GUISCAGRE A., J. Sombra, sol y riego; condiciones generales prevaletientes en las áreas de cultivo de café en el mundo. *Revista del Café (Puerto Rico)* 15(2): 7-8. 1959.
9. HUERTA S., A. La influencia de la intensidad de la luz en la influencia asimilatoria y el crecimiento del cafeto. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 69 p. (mecanografiada).

10. JAQUES-FELIZ, H. Généralités sur la physiologie, la biologie, la génétique et l'écologie du caféier; synthèses bibliographiques. In Bingerville, Cote d'Ivoire. Centre de Recherches Agronomiques. Contributions à l'étude du caféier en Cote d'Ivoire. Paris, Ministère de la France d'Outre-Mer, 1954. pp. 86, 110-111. (Bulletin Scientifique No. 5).
11. KAFARELA O., I. Influencia de las diferentes intensidades de luz sobre algunas medidas biométricas en plántulas de *Coffea arabica* var. Bourbón. Tesis Ing. Agr. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía, 1965. 38 p.
12. KOEPPE, D. E. ROHRBAUGH, L. M. and WENDER, S. H. The effect of varying U. V. intensities on the concentration of scopolin and caffeoylquinic acids in tobacco and sunflower. *Phytochemistry* 8:889-896. 1969.
13. MACHADO S., A. Influencia del sombrero, el suelo y las prácticas de cultivo en el desarrollo del café en sus primeros meses de vida propia; experimento preliminar. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná. Colombia, Boletín Técnico 1 (1): 1-32. 1946.
14. POPP, H. W. A physiological study of the effect of light of various ranges of wavelength on the growth of plants. *American Journal of Botany* 13 (10): 706-736. 1926.
15. SHIRLEY, H. L. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *American Journal of Botany* 16(5): 354-390. 1929.
16. SIVORI, E. Efectos inhibidores de la luz sobre el crecimiento de las plantas. In 12o. Simposio Internacional de Biología Básica Mejoramiento de Plantas y Animales, Cali, Colombia, noviembre 26 a diciembre 1o., 1972. Cali, División de Salud, Universidad del Valle, 1972. pp. 29-32.
17. SUAREZ DE CASTRO, F. et al. Efecto del sombrero en los primeros años de vida de un cafetal. *El café de El Salvador* 31 (354-355): 317-350. 1961.
18. ——— et al. Influencia de la sombra, la materia orgánica y la distancia de siembra, sobre el crecimiento de cafetos en almacigueras. *El Café de El Salvador* 32 (362-363): 9-26. 1962.
19. TRANQUILLINI, W. The physiology of plants at high altitudes. *Annual Review of Plant Physiology* 15: 345-362. 1964.
20. WASSINK, E. C. and STOLWIJK, J. A. J. Effects of light quality on plant growth. *Annual Review of Plant Physiology* 7: 373-400. 1956.
21. WENT, F. W. and SHEPS, L. O. Environmental factors in regulation of growth and development: ecological factors. In Steward, F. C., ed. *Plant physiology a treatise*. New York, Academic Press, 1969. pp. 199-406. vol. 5A.
22. VEEN, R. VAN DER. and MEIJER, G. Light and plant growth. New York, Macmillan, 1959. pp. 3-8, 83-118.