



CRECIMIENTO DE POSTURAS DE CAFETO (*Coffea arabica* L.) CON CUATRO NIVELES DE SOMBRA EN DOS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE ECUADOR

Coffee (*Coffea arabica* L.) seedling growth with four shade levels under two soil and climate conditions of Ecuador

Max Encalada Córdoba^{1✉}, Francisco Soto Carreño²
y Donaldo Morales Guevara²

ABSTRACT. An experiment was developed under two soil and climate conditions of Ecuador: “Chaguarpamba” and “Yantzaza”, with the aim of studying the effect of four shade levels: 0, 30, 50 and 80 % on coffee seedling growth in the nursery. A sample experimental design was used in stripes. Destructive samplings were performed from the first pair of true leaves every 25 days, evaluating height, dry mass and leaf area. Data were processed through a one-way classification variance analysis. To study growth dynamics of the total dry mass and leaf area, data were fitted to a second-degree polynomial exponential function for calculating absolute growth rate. Concerning the indicators evaluated, it was generally observed that the best treatments were 80 and 50 % shade, whereas less developed seedlings were grown at full solar exposure. Furthermore, treatments of 80 and 50 % had a greater growth and reached its maximum values before the others in both sites. Regarding sites, plant growth at the early stage was faster in “Yantzaza” than in “Chaguarpamba”, which was related to temperature that was higher at growth beginning in the first site with a trend to decrease over time. However, the opposite occurred in “Chaguarpamba”, where temperature gradually increased towards the end of the nursery period.

Key words: shade, coffee plant, growth, temperature,
Coffea

RESUMEN. Se desarrolló un experimento en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador, en los sitios “Chaguarpamba” y “Yantzaza”, para estudiar el efecto de cuatro niveles de sombra, 0, 30, 50 y 80 % en el crecimiento de posturas de café en vivero. Se utilizó un diseño experimental muestral en franjas. A partir del primer par de hojas verdaderas y cada 25 días se realizaron muestreos destructivos, evaluándose la altura, la masa seca y el área foliar. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple. Para estudiar la dinámica de crecimiento de la masa seca total y el área foliar, se ajustaron los datos a una función exponencial polinómica de segundo grado, a partir de la cual se calculó la Tasa Absoluta de Crecimiento. En los indicadores evaluados, de manera general, se observó que los mejores tratamientos fueron el 80 y 50 % de sombra, las posturas con menor desarrollo fueron las crecidas a plena exposición solar. Así mismo, los tratamientos del 80 y 50 % tuvieron un mayor crecimiento y alcanzaron los valores máximos de este indicador con anterioridad, en relación con los otros tratamientos en ambos sitios. Respecto a los sitios, se observó que el crecimiento en la fase inicial fue más rápido en “Yantzaza” que en “Chaguarpamba”, lo que tuvo relación con el comportamiento de la temperatura, que en el primer sitio fue mayor al inicio del crecimiento, con tendencia a ir disminuyendo con el tiempo. Lo contrario sucedió en “Chaguarpamba”, donde la temperatura fue aumentando hacia el final del período de aviveramiento.

Palabras clave: sombra, café, crecimiento, temperatura,
Coffea

INTRODUCCIÓN

El café se cultiva en distintas regiones del mundo, debido al amplio rango de adaptación a las condiciones ecológicas, característica que mantiene particularmente la especie *Coffea arabica* L. que representa el 67 % del cultivo total a nivel mundial (1).

¹Universidad Nacional de Loja, Ecuador

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

✉ maxencaladac5@yahoo.es

Aunque Ecuador es un productor pequeño, la producción, comercialización, industrialización y exportación de café son relevantes en la economía, desarrollo social y preservación ambiental, ya que su cultivo se da en diversas regiones del país en 193,000 hectáreas con la participación de aproximadamente 105 000 familias, 70 % de las cuales son pequeños productores (2).

La baja productividad siempre ha sido un problema a enfrentar y, uno de los elementos fundamentales para lograr cambiar esa realidad en los cafetales es la utilización de posturas de buena calidad, la cual se define como la capacidad que tiene cada una de ellas para adaptarse a las condiciones ambientales en las que serán plantadas de manera definitiva, lo que permite asegurar el éxito de las plantaciones (3, 4).

Las posturas de cafeto, tradicionalmente, se producen bajo sombra, ya sea natural o artificial, cuyo objetivo fundamental es que las mismas tengan las condiciones requeridas para ser llevadas al campo (5). Para lograr que las posturas tengan esas condiciones expresadas en biomasa, es necesario utilizar eficientemente los factores ambientales, especialmente la luz, que permita una mejor utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento (6), aprovechando la capacidad de aclimatación de las plantas a una determinada intensidad lumínica que puede ser variable, tanto entre especies como entre poblaciones de una misma especie (7).

El cafeto, como todo organismo vivo, mantiene relaciones con el medio que lo rodea, este medio ambiente está constituido por un grupo de elementos, entre los que sobresalen el clima y el suelo (8), por lo que es necesario estudiar su influencia en el sitio donde se desarrolla el cultivo.

Es importante destacar que en los últimos años son pocos los trabajos publicados sobre esta temática y, específicamente en el Ecuador, no existen antecedentes próximos sobre estudios de sombra en viveros de café.

Con estas consideraciones se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de estudiar la influencia de cuatro niveles de sombra en el crecimiento de posturas de cafeto, en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se desarrolló un experimento en dos sitios, cuyas características se describen a continuación:

Sitio Chaguarpamba: ubicado en las estribaciones occidentales de la Cordillera de Los Andes, al noroccidente de la provincia de Loja, con clima mesotérmico semihúmedo, a 760 m s. n. m. precipitaciones entre 1200 y 1400 mm anuales, con

una temperatura media anual de 23,5 °C y con suelos Oxíc Distrudept.

Sitio Yantzaza: ubicado en las estribaciones orientales de la Cordillera de Los Andes, al Sur de la Amazonía ecuatoriana, con clima mesotérmico húmedo, a 810 m s. n. m., con precipitaciones medias anuales de 1400 a 2000 mm, con una temperatura media anual de 22,5 °C y con suelos Typic tropaquept (taxonomía USDA) (9).

En el experimento se estudiaron cuatro niveles de sombra: 0, 30, 50 y 80 %, para lo cual se utilizó polisombra de color negro. A partir del tercer par de hojas se comenzó a regular la sombra en tres momentos, hasta dejar las posturas a plena exposición solar un mes antes de concluir el periodo de aviveramiento. Se utilizó un diseño muestral en franjas, donde cada franja correspondió a un nivel de sombra. La especie empleada fue *Coffea arabica* L. cultivar Caturra.

En el primer sitio la siembra se realizó en el mes de julio de 2011 y en el segundo se realizó en octubre de 2011, teniendo en cuenta que las posturas estuvieran listas para ser llevadas al campo en el periodo óptimo, de acuerdo al régimen de lluvias de cada sitio. El sustrato para la siembra estuvo conformado por una mezcla de tierra agrícola de cafetal, obtenida de los 10 primeros cm y humus de lombriz en proporciones 3:1 (5).

Cada 25 días, a partir de la emisión del primer par de hojas y hasta que alcanzaron los siete pares de hojas, se evaluaron cinco posturas por tratamiento, a las que se les determinó masa seca total y área foliar. La masa seca se obtuvo separando los diferentes órganos, los que se secaron en una estufa de circulación forzada a 80 °C, hasta peso constante; el área foliar se determinó utilizando las medidas lineales de las hojas (10). Al final del periodo de aviveramiento se evaluó la altura de las plantas.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple; la dinámica de la masa seca y del área foliar, se estableció ajustando los datos a una función exponencial polinómica de segundo grado, utilizándose el programa estadístico Statgraphics plus 5.0; a partir de las ecuaciones obtenidas se calculó la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) (8).

Los datos de temperatura media mensual se tomaron de las estaciones meteorológicas: Chacras para "Chaguarpamba" y Yantzaza para "Yantzaza".

Las características del sustrato que se utilizó en los dos sitios, se presentan en la Tabla I, en la que se puede observar que aun cuando los suelos no son los mismos, sus características en ambos sitios son adecuados para el crecimiento del cafeto. Las atenciones culturales al cultivo se aplicaron de acuerdo con el manual técnico para la producción de cafés especiales (5).

Tabla I. Análisis del sustrato utilizado en cada sitio

Sitio	pH	MO (%)	N	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O	Ca (meq 100 mL)	Mg
Chaguarpamba	5,9	11,4	66,9	113,5	321,1	7,97	0,86
Yantzaza	5,6	14,4	123,8	129,5	490,9	8,30	0,83

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se observa que los tratamientos del 80 y 50 % de sombra, al final del período de aviveramiento, alcanzaron los mayores valores de altura, sin diferencias significativas entre ellos; los valores más bajos correspondieron al tratamiento de plena exposición solar, aunque en Chaguarpamba este no se diferenció con el de 30 % de sombra y en Yantzaza con el de 30 y 50 %. Además, en Chaguarpamba el tratamiento de 50 % de sombra no fue diferente del de 30 %.

Algo similar ocurre con la masa seca total (Tabla III), en Chaguarpamba el tratamiento de 80 % de sombra alcanzó el mayor desarrollo, aunque sin diferencias significativas con el de 50 %; de la misma forma, el tratamiento de mayor iluminación alcanzó los menores valores de masa seca sin diferencia con el de 30 %; en el caso de Yantzaza hubo una mayor acumulación de masa seca con el 80 % de sombra.

En el caso del área foliar (Tabla IV), las plantas crecidas al 80 y 50 % de sombra, al final del período de aviveramiento, alcanzaron los mayores valores sin diferencias significativas entre ellas en ambos sitios. Aquí también, los menores valores se alcanzaron con el 0 % de sombra, aunque en el sitio Yantzaza, este no difirió del de 30 % de sombra.

Tabla II. Altura de las posturas (cm) al final del período de aviveramiento con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas

Sombra (%)	Chaguarpamba	Yantzaza
80	22,4 a	19,7 a
50	21,2 ab	16,7 ab
30	18,2 bc	15,8 b
0	14,9 c	15,5 b
ES	1,9	1,17
CV (%)	10,7	12,0

Tabla III. Masa seca total (g) de las plántulas al final del período de aviveramiento con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas

Sombra (%)	Chaguarpamba	Yantzaza
80	3,83 a	3,90 a
50	3,26 a	3,12 b
30	2,38 b	2,64 b
0	2,38 b	1,90 c
ES	0,07	0,16
CV (%)	4,2	9,3

Tabla IV. Área foliar de las posturas (cm²) al final del período de aviveramiento con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas

Sombra (%)	Chaguarpamba	Yantzaza
80	479,21 a	362,77 a
50	438,62 a	370,09 a
30	362,92 b	227,28 b
0	189,59 c	268,19 b
ES	13,67	25,89
CV (%)	6,44	14,6

De manera general se observó en los indicadores evaluados, que los mejores tratamientos fueron el 80 y el 50 %, lo cual expresa una mayor eficiencia fotosintética de las plantas bajo niveles mayores de sombra; por otro lado, los menores valores se presentaron en las posturas a pleno sol, lo que evidencia que el aumento de radiación induce a la formación de plantas más bajas (11).

En la masa seca, los resultados están relacionados con los demás indicadores evaluados, esto tiene explicación debido a que la producción de las plantas es el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la interceptación y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento (6, 12, 13, 14).

Las plantas sombreadas invierten, relativamente, mayor proporción de fotoasimilados en el aumento del área foliar, la cual se incrementa linealmente en función del incremento de los niveles de sombra, para maximizar la captación de la luz disponible (15); sin embargo, el área foliar específica disminuye con valores altos de radiación (16).

El crecimiento de las posturas demostró que el mismo es resultante del aprovechamiento de la luz solar en la fabricación de los componentes constituyentes y funcionales de los distintos órganos de la planta, por lo tanto, este crecimiento, está directamente relacionado con la capacidad de la copa para capturar la luz incidente (14, 17); es decir, de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (RFA) que pudieron interceptar las hojas, lo cual influye en la acumulación de su masa seca (18, 19).

En la Figura 1 A y B se puede observar que los niveles del 80 y el 50 % de sombra, tuvieron un mayor crecimiento y alcanzaron los valores máximos de este indicador con anterioridad, en relación con los otros tratamientos en ambos sitios; esto queda demostrado en la Figura 2 A y B, donde se puede apreciar cómo las posturas de dichos tratamientos lograron una velocidad de crecimiento más rápida.

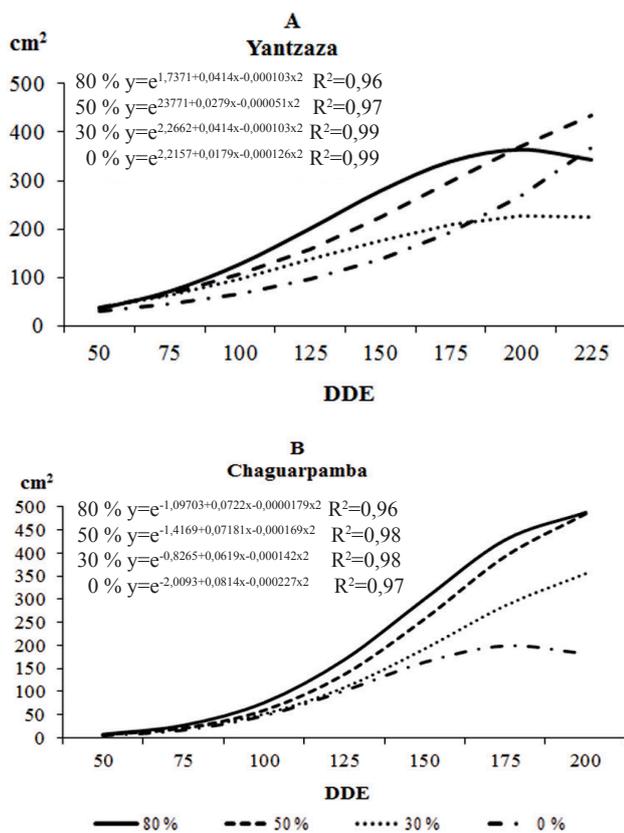


Figura 1. Dinámica del área foliar de las posturas bajo cuatro niveles de sombra en dos sitios

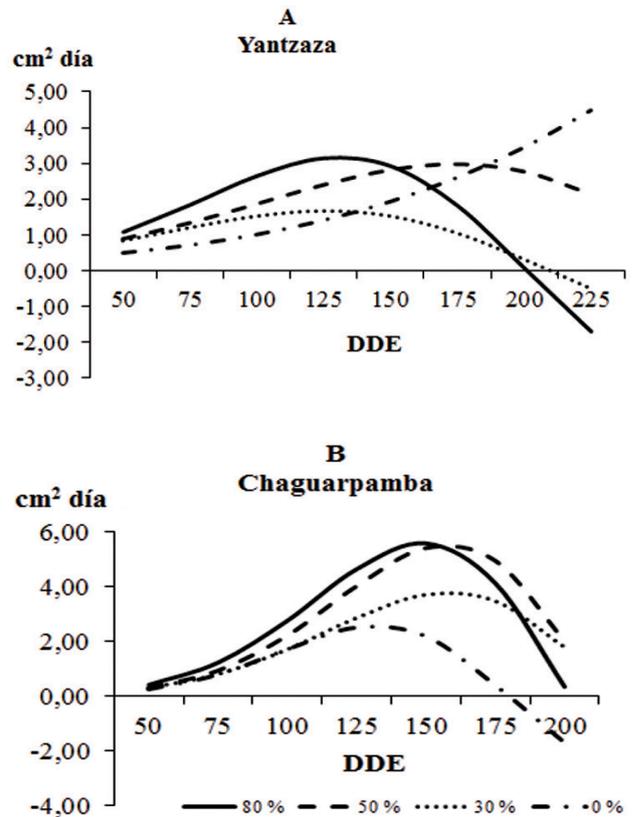


Figura 2. Tasa absoluta de crecimiento del área foliar de posturas bajo cuatro niveles de iluminación en dos sitios

Se destaca el comportamiento del tratamiento de 0 % de sombra en Yantzaza, que tuvo un crecimiento lento desde el inicio hasta aproximadamente 125 días después de la emergencia (DDE), a partir del cual se acelera, llegando al final del período a tener valores similares que los demás. En Chaguarpamba no sucedió aquello en donde las posturas crecidas con nivel de 0 %, obtuvieron los valores menores.

En el caso de la masa seca total (Figura 3 A y B) se aprecia un comportamiento similar al área foliar de las posturas crecidas bajo 80 y 50 % de sombra, que tuvieron un crecimiento más rápido desde los primeros días, lo que hizo que alcanzaran sus valores máximos con anterioridad al resto de los tratamientos. Resulta interesante destacar cómo las plántulas desarrolladas en Yantzaza tuvieron una mayor velocidad de crecimiento al inicio con respecto a Chaguarpamba, lo que motivó que alcanzara su máxima velocidad en menor tiempo, pero con valores inferiores (Figura 4 A y B).

Al hacer un análisis de los dos sitios, independientemente de los tratamientos de sombra, se observa en los indicadores evaluados cómo en el sitio Yantzaza el crecimiento es más rápido al inicio con respecto a Chaguarpamba, lo que hace que en el primer sitio los valores máximos se alcancen

con anterioridad y que sean; por lo general, más bajos. Lo anterior se puede explicar a través de la Figura 5 A y B, en la que se puede observar el comportamiento de la temperatura media en ambos sitios durante el desarrollo de los experimentos. En el sitio Yantzaza en los primeros estadios del desarrollo de las plántulas se presentaron las mayores temperaturas, presentando una tendencia marcada a ir disminuyendo con el tiempo, en el sitio de Chaguarpamba ocurrió todo lo contrario, las menores temperaturas ocurrieron al inicio y fueron aumentando hacia el final del periodo de aviveramiento, lo que evidencia la importancia de la temperatura en el crecimiento de las plantas.

De manera general, se observó que los mejores tratamientos fueron el 80 y 50 % de sombra para los tres indicadores evaluados, lo cual se entiende como una mayor eficiencia fotosintética de las plantas bajo estas condiciones (20), las posturas con menor desarrollo fueron las crecidas a plena exposición solar. Así mismo, se observó que los tratamientos del 80 y 50 % alcanzaron los valores máximos con anterioridad, en relación con los otros tratamientos en ambos sitios.

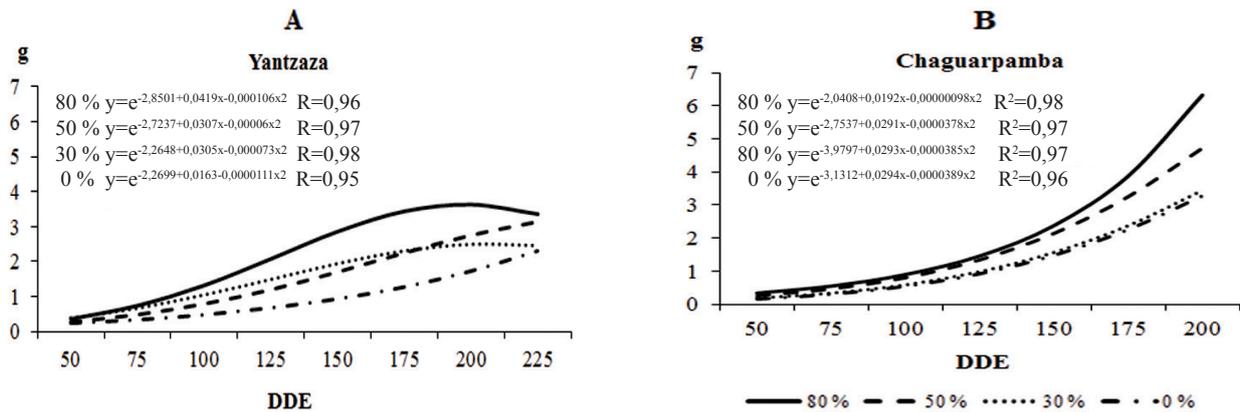


Figura 3. Dinámica de la masa seca total de las posturas bajo cuatro niveles de sombra en dos sitios

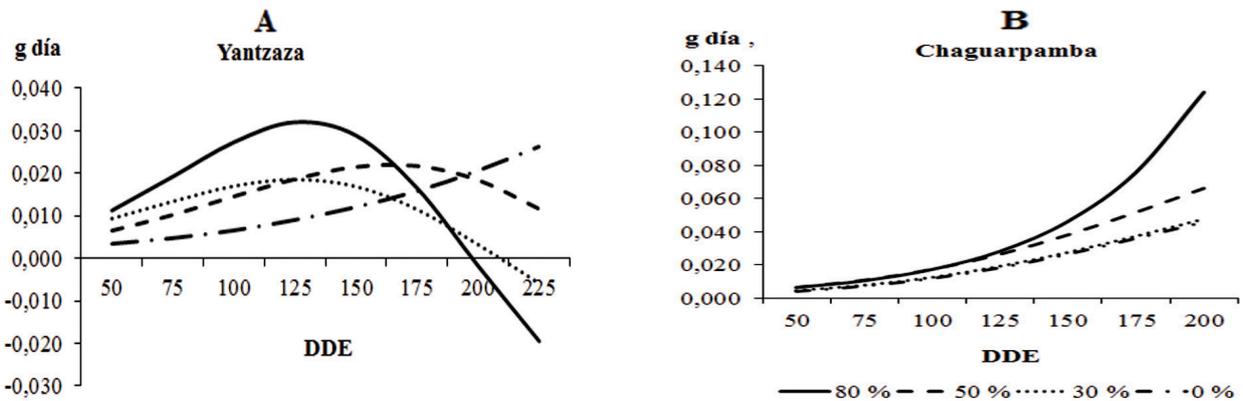


Figura 4. Tasa Absoluta de Crecimiento de la Masa Seca Total de las posturas bajo cuatro niveles de sombra en dos sitios

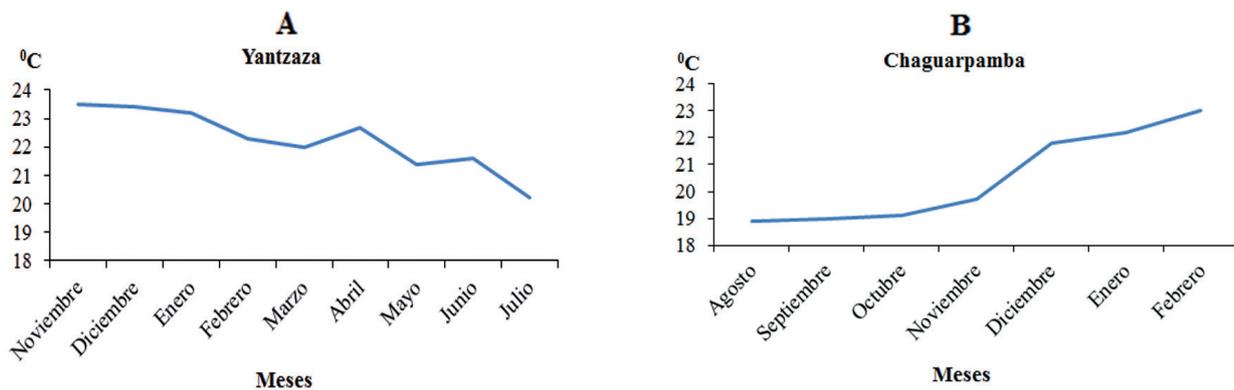


Figura 5. Temperatura media mensual desde la emergencia de las plantas hasta el final del periodo de aviveramiento en los dos sitios

Comparando los sitios en los indicadores evaluados, se observó que en Yantzaza el crecimiento fue más rápido al inicio en relación con Chaguarpamba, debido a que en los primeros estadios de las plantas se presentaron las mayores temperaturas con tendencia marcada a ir disminuyendo con el tiempo. En Chaguarpamba ocurrió todo lo contrario, las menores temperaturas ocurrieron al inicio y fueron aumentando hacia el final del periodo de aviveramiento.

Esto corrobora que la productividad de los cultivos presenta una estrecha relación entre el clima y los procesos fisiológicos; por tanto, el éxito productivo no solo depende de la intensidad de los estímulos climáticos sino también de la secuencia temporal de estos durante el ciclo de la vida de los cultivos (21).

Los cultivos en su etapa temprana, deben lograr un incremento acelerado del área foliar, que conlleve a una mayor interceptación de la radiación solar (22), lo cual unido a la temperatura, que es la que controla la tasa de desarrollo de muchos organismos (23, 24) cuyo aumento provoca incremento de la fotosíntesis (14), implica una mayor acumulación de masa seca (19).

CONCLUSIONES

- ◆ A partir de los resultados de este trabajo se puede considerar que el café se ha definido como una planta C_3 , que tiene, entre otras características, mejor capacidad para vivir en condiciones de sombra y variación climática, aunque a determinados niveles puede verse afectado su crecimiento (25); el comportamiento de las posturas, con un nivel del 80 y 50 % de sombra en los primeros estadios, reafirma este planteamiento.
- ◆ Estos elementos sugieren la necesidad de acometer otros trabajos donde se evalúen otros indicadores fisiológicos, que permitan conocer, con mayor profundidad, el comportamiento de las posturas de café crecidas a diferentes niveles de sombra.

BIBLIOGRAFÍA

1. DáMatta, F. y Rodríguez, N. "Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico. Una visión agronómica y ecofisiológica". *Agronomía Colombiana*, vol. 25, no. 1, 2007, pp. 113-123, ISSN 0120-9965.
2. PRO-ECUADOR, Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. "El café en el Ecuador. Perspectivas de exportación al Reino Unido". *Boletín de Análisis de Mercados Internacionales*, vol. 2, no. 10, 2013, ISSN 1390-8138.
3. Prieto, J.; García, J.; Mejía, J.; Huchín, S. y Aguilar, J. *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío*. (no. ser. 28), 1.ª ed., edit. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Valle del Gadiana, 2009, ISBN 978-607-425-133-3, Publicación especial.
4. Sáenz, J.; Villaseñor, F.; Muñoz, H.; Rueda, A. y Prieto, J. *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Folleto Técnico, no. 17, Inst. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo experimental Uruapan, 2010, ISBN 978-607-425-335-1.
5. Marín, G. *Producción de Cafés Especiales*. (ser. Programa Selva Central), Manual Técnico, 2012, p. 46, ISBN 978-612-4043-41-3.
6. Santos, C. M.; Segura, A. M.; López, Ñ. y Eduardo, C. "Análisis de Crecimiento y Relación fuente-demanda en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca-Colombia)". *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, vol. 63, no. 1, junio de 2010, pp. 5253-5266, ISSN 0304-2847.
7. Valladares, F.; Chico, J.; Aranda, I.; Balaguer, L.; Dizengremel, P.; Manrique, E. y Dreyer, E. "The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity". *Trees*, vol. 16, no. 6, agosto de 2002, pp. 395-403, ISSN 0931-1890, 1432-2285, DOI 10.1007/s00468-002-0184-4.
8. Soto, F. "Ecofisiología del café". En: Rivera R. y Soto F., *El cultivo del café en Cuba. Investigaciones y perspectivas*, edit. Ediciones INCA, La Habana, Cuba, 2006, pp. 81-137, ISBN 959-7023-37-7.
9. Valarezo, C.; Iñiguez, M. y Guaya, P. *Los suelos de la Región Sur de Ecuador*. 1.ª ed., edit. Universitaria, Loja, Ecuador, 1998, 89 p.
10. Soto, F. "Estimación del área foliar en *C. arabica* L. a partir de las medidas lineales de las hojas". *Cultivos Tropicales*, vol. 2, no. 3, 1980, pp. 115-128, ISSN 0258-5936, 1819-4087.
11. Arcila, J. "Factores que determinan la productividad del café". En: Arcila J., Farfán F., Moreno A., y Salazar H., *Sistemas de Producción de café en Colombia*, edit. FNC-Cenicafé, 2007, pp. 61-86, Código: 6A6Aa:xa, A62.
12. Jerez, M. E. y Martín, M. R. "Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Spunta". *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 4, diciembre de 2012, pp. 53-58, ISSN 0258-5936.
13. Jerez, M. E.; Martín, M. R. y Díaz, H. Y. "Estimación de la superficie foliar en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) por métodos no destructivos". *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 1, marzo de 2014, pp. 57-61, ISSN 0258-5936.
14. Hernández, C. N. y Soto, C. F. "Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 2, junio de 2013, pp. 24-29, ISSN 0258-5936.

15. Gobbi, K. F.; García, R.; Ventrella, M. C.; Garcez Neto, A. F. y Rocha, G. C. "Área foliar específica e anatomía foliar quantitativa do capim-braquiariae do anendoin-forrageiro sometidos a sombreamento". *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, no. 7, 2011, pp. 1436–1444, ISSN 1806-9290.
16. Castrillo, M. "Fotosíntesis en tres poblaciones altitudinales de la planta andina *Espeletia schultzii* (Compositae)". *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, vol. 54, no. 4, 12 de mayo de 2006, pp. 1143-1149, ISSN 2215-2075, DOI 10.15517/rbt.v54i4.3091.
17. Hernández, N. y Soto, F. "Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y la relación fuente-demanda del cultivo del maíz (*Zea mays* L.)". *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 1, marzo de 2012, pp. 28-34, ISSN 0258-5936.
18. García, P.; Cabrera, S.; Sanchez, J. y Perez, L. "Rendimiento del maíz y las épocas de siembra en los Llanos Occidentales de Venezuela". *Agronomía Tropical*, vol. 59, no. 2, junio de 2009, pp. 161-172, ISSN 0002-192X.
19. Morales, D.; Rodríguez, P.; Dell'Amico, J. A.; Torrecillas, A. y Sánchez, B. M. J. "Efecto de altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. CV. AMALIA)". *Cultivos tropicales*, vol. 27, no. 1, 2006, pp. 45–48, ISSN 0258-5936, 1819-4087.
20. Cordeiro, S.; Coutinho, K.; Vieira, J.; Pereira, L.; Vincis, L.; Pereira, S.; Rogalsk, M. y Murilo, F. "Photosynthetic induction and activity of enzymes related to carbon metabolism: insights into the varying net photosynthesis rates of coffee sun and shade leaves". *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, vol. 25, no. 1, 2013, pp. 62-69, ISSN 2197-0025.
21. Ruiz, F.; Marrero, P.; Cruz, O.; Murillo, B. y García, J. "Influencia de los factores agroclimáticos en la productividad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en una zona árida de Baja California Sur, México". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 17, no. 1, 2008, pp. 44-47, ISSN 1010-2760.
22. Parry, M. A. J.; Reynolds, M.; Salvucci, M. E.; Raines, C.; Andralojc, P. J.; Zhu, X.-G.; Price, G. D.; Condon, A. G. y Furbank, R. T. "Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency". *Journal of Experimental Botany*, vol. 62, no. 2, 27 de octubre de 2010, pp. 453-467, ISSN 0022-0957, 1460-2431, DOI 10.1093/jxb/erq304, PMID: 21030385.
23. Valdez, T. J. B.; Soto, L. F.; Osuna, E. T. y Báez, S. M. A. "Phenological prediction models for white corn (*Zea mays* L.) and fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)". *Agrociencia (Montecillo)*, vol. 46, no. 4, 2012, pp. 399-410, ISSN 1405-3195.
24. Noriega, L.; Preciado, R.; Andrio, E.; Terrón, A. y Prieto, J. "Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C*". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, no. 4, 2011, pp. 489-500, ISSN 2007-0934.
25. Gliessman, S. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. edit. CATIE, 2002, 392 p., ISBN 978-9977-57-385-4.

Recibido: 4 de abril de 2014

Aceptado: 7 de agosto de 2015