

Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de café¹

Jorge U. Castellón², Reinhold Muschler³, Francisco Jiménez⁴

Palabras clave: altura de planta, bocashi, chasparria (*Cercospora coffeicola*), defoliación, *Erythrina poeppigiana*, lombricompost, materia seca, pulpa de café

RESUMEN

Se evaluó el efecto de nueve abonos orgánicos en un almácigo orgánico de *Coffea arabica* L. en función de la sombra (0 y 50%) y la altitud (600 y 1325 msnm). Las plántulas a 600 msnm presentaron los mayores valores de altura y materia seca, pero también de incidencia de *Cercospora coffeicola* y defoliación. En ambas altitudes, las plántulas crecieron más bajo sombra y los mejores tratamientos fueron lombricompost, pulpa de café, bocashi (material tipo compostado rápido formado por: 32% de suelo, 16% cascarilla arroz, 16% carbón, 3% cal agrícola, 1% melaza, 16% de semolina de arroz y 16% gallinaza) y el tratamiento fertilización más fungicidas (convencional). El uso de sombra y pulpa de café (procesada con o sin lombrices) en la relación 1:3 (substrato:suelo) permitió el crecimiento de plántulas de café sanas y vigorosas, las que fueron similares a las obtenidas con fertilización convencional.

Organic manures: effect of shade and altitude in coffee nurseries

ABSTRACT

The study evaluated the development of seedlings of *Coffea arabica* L. as a function of nine organic amendments under two levels of shade (0 and 50%) and at two elevations (600 and 1325 masl). The plants at 600 masl had the greatest values for height and dry matter, but also for defoliation and incidence of *Cercospora coffeicola*. At both elevations, the seedlings were tallest under shade and the best treatments were earthworm compost, coffee pulp, bocashi (a rapidly composted fertilizer containing: 32% soil, 16% rice hulls, 16% charcoal 3% limestone, 1% molasses, 16% rice brand and 16% chicken manure) and fertilization plus fungicides (traditional). The experiment demonstrated that the use of shade and coffee pulp (processed with or without earthworms) in the ratio 1:3 (substrate: soil) permitted the growth of healthy and strong coffee seedlings which were similar to those obtained with traditional fertilization.

INTRODUCCIÓN

Para establecer cafetales promisorios es importante producir plántulas de almácigo sanas y vigorosas. Entre los factores más importantes para el desarrollo de plántulas de café en almácigos se destacan la altitud, la temperatura, el fotoperíodo, la radiación solar (Arias 1987), la nutrición, la incidencia de plagas y la sombra (López *et al.* 1972). La mayoría de estos aspectos están muy relacionados con la altitud (Soto *et al.* 1991, Arias 1987). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la altitud sobre el crecimiento de las plántulas de café con y sin sombra y con diferentes tipos de abonos orgánicos.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en dos zonas cafetaleras de Costa Rica: Paraiso, a 1325 msnm y Turrialba, a 602; ambas

pertenecen a la formación ecológica "Bosque Húmedo Premontano" (Holdridge 1978). En cada zona se evaluaron dos niveles de iluminación (plena exposición solar y sombra de sarán al 50%). Se trasplantaron plántulas germinadas de la variedad Caturra en bolsas de polietileno de dos litros de capacidad. El sustrato utilizado fue suelo de origen volcánico mezclado con los siguientes materiales: pulpa de café procesada con lombrices (lombricompost), compost de pulpa (descompuesta) y abono bocashi (Sasaki 1994) en la relación 1:3 (substrato:suelo) en partes por volumen, inoculación con micorrizas de *Entrophospora colombiana* a 4 g de inóculo (en promedio 120 esporas por g de suelo), tres niveles de hojarasca de *Erythrina poeppigiana* (poró) equivalentes a 200, 400 y 600 kg N ha⁻¹, fertiliza-

¹ Basado en Castellón, JU 1999. Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico. Tesis M Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. ² M Sc en Agricultura Ecológica, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1999. ³ Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2608 Fax 556-1891. Email: muschler@catie.ac.cr ⁴ Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2228 Fax 556-11576. Email: fjimenez@catie.ac.cr

ción química más fungicidas (convencional) y un testigo absoluto.

En cada zona de estudio, se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En las parcelas principales se asignaron aleatoriamente los niveles del factor "A" (0 y 50% de sombra) dentro de cada bloque. Los niveles del factor "B" (sustratos) se asignaron aleatoriamente en las subparcelas dentro de cada parcela principal. En cada bloque habían 18 subparcelas, nueve por cada nivel del factor "A". La unidad experimental tenía 10 bolsas, con dos plántulas por bolsa.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, defoliación, incidencia de *Cercospora coffeicola*, vigor y materia seca de hojas. Se realizó un ANDEVA para todas las variables y una prueba de comparación de medias. Para comparar el efecto particular de los sustratos, entre elevaciones o entre sombra y sol, se realizaron pruebas de "t".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de las plantas. Los efectos de la iluminación, los sustratos y la interacción fueron significativos ($p < 0.001$) en cada sitio (Cuadro 1). En ambos sitios, las plantas bajo sombra fueron más altas que a plena exposición solar. En Turrialba, bajo sombra, la altura de planta fue en promedio un 28% mayor que en Paraíso; el sustrato pulpa tuvo el mayor aumento (55%). A plena exposición solar, las plantas presentaron mayor altura promedio (41% mayor) con relación a Paraíso (Figura 1E). Los sustratos con los mayores incrementos fueron pulpa, lombricompost y fertilización más fungicidas (57, 58 y 108%, respectivamente). El menor crecimiento de las plántulas en Paraíso puede atribuirse a la mayor altitud, quizás por efecto del incremento en la proporción de luz ultravioleta (LUV), que aumenta con la altura y que limita el crecimiento de las plantas (Tranquillini 1964, López *et al.* 1972).

Incidencia de *Cercospora coffeicola* y defoliación. En Paraíso, la incidencia osciló entre el 15% y el 48%; los tratamientos que mostraron los menores valores fueron convencional, lombricompost, pulpa y bocashi. En Turrialba, al igual que la defoliación, la incidencia del hongo presentó mayores valores (24-57%) (Figura 1C). En Paraíso, los factores iluminación y composición de los sustratos, así como la interacción, fueron estadísticamente diferentes, mientras que en Turrialba fueron similares para la variable defoliación (Cuadro 2). En Turrialba, todos los tratamientos (excepto micorrizas bajo

Cuadro 1. Efecto de la altitud, la sombra y el sustrato en la altura de plántulas de café.

Tratamientos	Paraíso (1300 msnm)		Turrialba (600 msnm)		Incremento porcentual (Turrialba/Paraíso)	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Lombricompost	15.3 a	8.1 ab	19.4 ab	12.8 ab	27 *	58 **
Pulpa	13.7 bc	7.2 bc	21.2 a	11.3 bc	55 **	57 **
Bocashi	15.5 a	7.7 ab	18.7 b	10.1 cd	21 NS	31 NS
Micorrizas	11.0 f	8.4 a	15.9 c	11.2 bc	45 **	33 *
Poró 200	10.8 f	8.4 a	13.9 de	10.1 cd	29 NS	20 *
Poró 400	12.3 de	8.4 a	13.7 de	10.6 cd	11 **	26 NS
Poró 600	13.1 cd	8.2 ab	13.4 e	9.2 d	2 **	12 NS
Convencional	14.5 ab	6.5 c	18.8 b	13.5 a	30 NS	108 **
Testigo	11.3 ef	8.6 a	15.3 cd	10.7 cd	35 NS	24 NS
CV (%)	7.16		9.29			
Iluminación	**		**			
Trat. X Ilum.	**		**			

Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente según la prueba LSMEAN ($p < 0.05$)

sombra) presentaron mayor defoliación (entre 95 y 183% para sombra y sol, respectivamente) que en Paraíso (Figura 1D). En Paraíso, bajo sombra, la defoliación osciló entre el 10% (lombricompost) y el 48% (poró 200), mientras que a plena exposición, los valores extremos fueron para bocashi (9%) y el testigo absoluto (28%) En Turrialba, los valores menores correspondieron a los tratamientos convencional y pulpa. En ambos sitios, la mayor defoliación se observó en los tratamientos con poró, micorrizas y testigo absoluto.

Cuadro 2. Efecto de la altitud, la sombra y el sustrato en la defoliación de las plántulas de café.

Tratamientos	Paraíso (1300 msnm)		Turrialba (600 msnm)		Variación porcentual (Turrialba/Paraíso)	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Lombricompost	10.3 a	11.3 a	38.5 a	43.9 a	274 **	288 **
Pulpa	16.8 a	22.6 b	31.2 a	33.1 a	86 **	46 **
Bocashi	16.2 a	9.2 a	42.5 a	47.4 a	162 **	415 **
Micorrizas	46.7 b	19.6 b	42.5 a	40.6 a	-10 **	107 *
Poró 200	47.7 b	16.4 b	58.0 a	58.6 a	22 NS	257 **
Poró 400	43.4 b	25.9 b	63.0 a	60.6 a	45 **	134 **
Poró 600	41.5 b	24.3 b	57.0 a	51.0 a	37 NS	109 NS
Convencional	12.1 a	9.3 a	22.9 a	30.4 a	89 *	227 **
Testigo	37.5 b	27.6 b	54.8 a	47.4 a	46 *	72 NS
CV (%)	37.79		20.29			
Iluminación	**		NS			
Trat. X Ilum.	*		NS			

Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente según la prueba LSMEAN ($p < 0.05$)

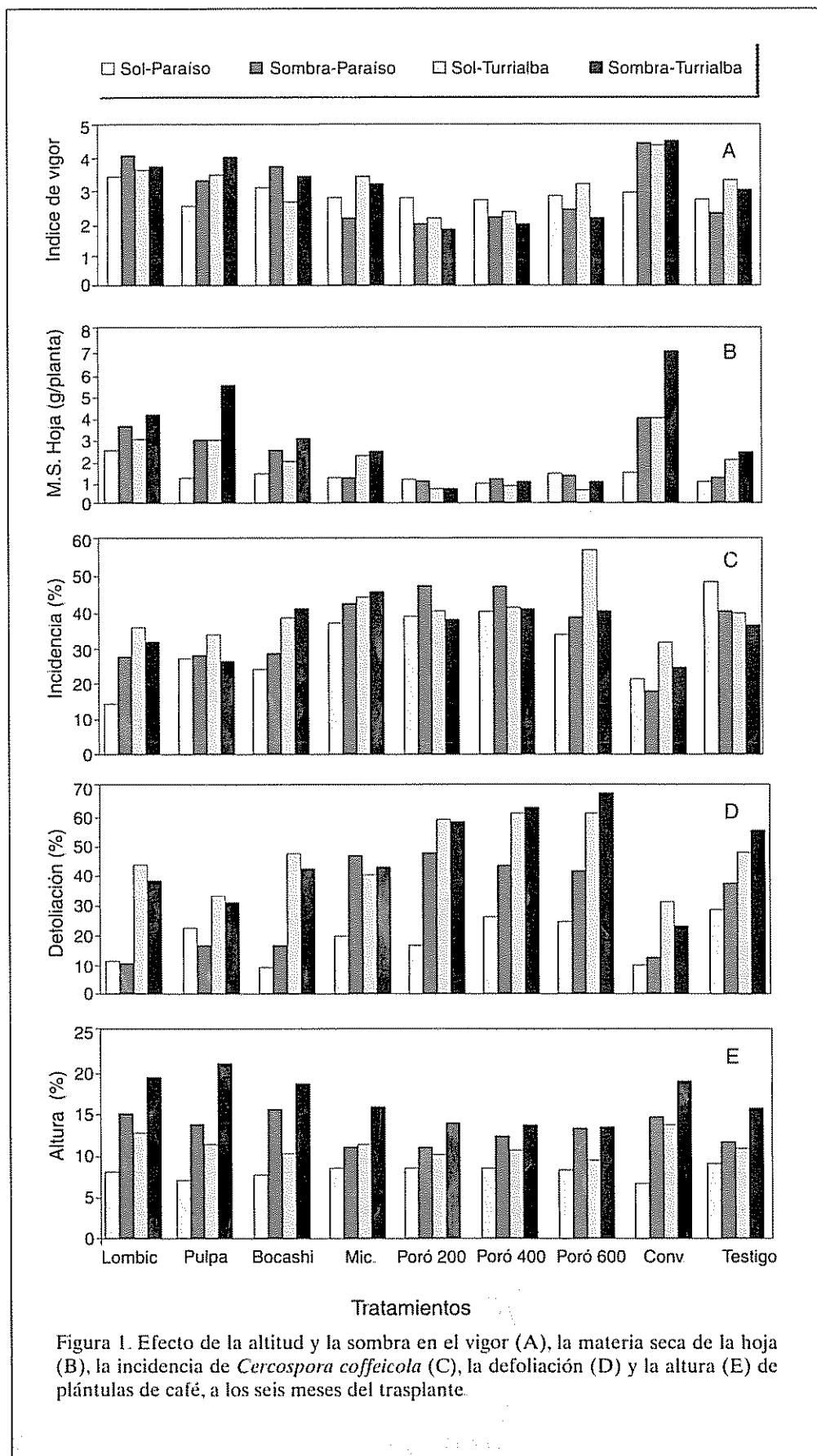


Figura 1. Efecto de la altitud y la sombra en el vigor (A), la materia seca de la hoja (B), la incidencia de *Cercospora coffeicola* (C), la defoliación (D) y la altura (E) de plántulas de café, a los seis meses del trasplante.

Los 720 m de diferencia entre la altura de los dos sitios modificaron significativamente la temperatura.

En Turrialba, la mayor incidencia de *C. coffeicola* y defoliación en la mayoría de los tratamientos se puede atribuir a que las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo del hongo. Sin embargo, los sustratos pulpa y lombricompost, presentaron bajos valores de defoliación e incidencia y fueron estadísticamente similares al tratamiento convencional en ambos sitios.

Materia seca de hojas. Para ambos sitios, el efecto de la iluminación y los sustratos, así como su interacción fueron significativos. Los mayores valores se presentaron en Turrialba (Figura 1B). En los dos sitios los valores bajo sombra fueron superiores a los de plena exposición solar. En general, en ambos sitios, los tratamientos convencional, lombricompost, pulpa y bocashi presentaron los mayores valores y los tratamientos con poró, micorrizas y testigo absoluto tuvieron los valores más bajos. En Paraiso, bajo sombra, la materia seca de hojas presentó valores de entre 3.8 g/planta (convencional) y 1 g/planta (poró 200). A plena exposición solar, el mayor valor (2.5) correspondió a lombricompost y el menor (0.9) a poró 400. En Turrialba, la materia seca de hoja osciló entre 6.9 g/planta para convencional bajo sombra y 0.6 g/planta para poró 600 en sol.



Entre los 600 y los 1300 msnm se recomienda utilizar pulpa, lombricompost o bocashi en una proporción 1:3 de abono y suelo (Foto: F Jiménez).

Vigor. El efecto de la iluminación no fue significativo; sin embargo, la interacción tratamiento por iluminación fue estadísticamente significativo en ambos sitios. En los dos sitios, los tratamientos lombricompost, pulpa, bocashi y convencional presentaron los mayores valores (Figura 1A). Los valores en sombra fueron mayores que a plena exposición solar. En contraste, los tratamientos con poró, micorizas y testigo presentaron los valores más bajos. Los resultados obtenidos en este parámetro fueron consistentes con los valores obtenidos en las variables altura, defoliación, incidencia de *C. coffeicola* y materia seca de hoja.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las plántulas de café crecieron más a menor altitud (600 msnm), pero también sufrieron mayor defoliación e incidencia de *C. coffeicola*. En ambas altitudes, las plantas bajo sombra del 50% presentaron los mayores valores de altura y vigor y materia seca de hojas. Los mejores tratamientos en sol y sombra fueron: pulpa, lombricompost, bocashi y convencional. La evaluación del vigor demostró ser una técnica sencilla y no destructiva para caracterizar adecuadamente diferencias entre

tratamientos. Con base en los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente: usar sombra para la producción de almácigos de café en altitudes entre los 600 y los 1325 msnm; usar pulpa, lombricompost o bocashi en proporción 1:3 (abono: suelo) y utilizar el índice de vigor para evaluar el crecimiento de las plántulas.

LITERATURA CITADA

- Addicott, FT 1968 Environmental factors in the physiology of abscission. *Plant Physiology* 43:1471-1479
- Arias MO 1987 Fisiología del café. San Salvador SV ISIC 176 p
- Fernández, CE; Muschler RG 1999 Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. In: Bertrand, B; Rapidel, B eds. *Desafíos de la caficultura en Centro América*. San José, CR IICA. p 69-96
- Holdridge LR 1978 *Ecología basada en zonas de vida*. San José, CR IICA. 206 p
- López, CF; Naranjo JO; Villegas, EM; Valencia, AG 1972 Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. *Cenicafé* 23:87-103
- Sasaki, S 1994 *Manual del curso básico de agricultura orgánica*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. P. 4-21
- Soto, F; Morales D; Dell Amico, J; Jerez, E 1991 Dinámica del crecimiento de plántulas de café bajo diferentes condiciones de aviveramiento. *Cultivos Tropicales* 12:77-85
- Franquillini, W 1964 The physiology of plants at high altitudes. *Annual Review of Plant Physiology* 15:345-362
- Valencia AG 1970 Estudio fisiológico de la defoliación causada por *Cercospora coffeicola* en el café. *Cenicafé* 21:105-114