

# RESPUESTA DE PLÁNTULAS DE CAFÉ A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR Y LA APLICACIÓN DE PULPA DE CAFÉ COMPOSTADA

Claudia Posada Tobón<sup>1</sup>; Nelson Walter Osorio V.<sup>2</sup>

---

## RESUMEN

*El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de plántulas de café a la aplicación de fertilizantes foliares y compost de pulpa de café como parte del sustrato de crecimiento. Las plántulas de café (*Coffea arabica* L) c.v. Colombia se transplantaron a bolsas plásticas que contenían suelo (*Typic Dystrudept*) o una mezcla suelo con pulpa (suelo+pulpa) en proporción 3:1. Treinta días después del trasplante las plántulas de café recibieron uno de cinco fertilizantes foliares (16-16-2-EM, 18-10-4-EM, 10-4-7-0.5, 12-60-0 y 7.5-0.5-3.5). Las aplicaciones se repitieron cada treinta días durante los siguientes cinco meses. Para ambos sustratos (suelo y suelo+pulpa) se incluyeron testigos sin fertilización foliar. Los tratamientos se organizaron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Mensualmente se evaluó el número de hojas y la altura de las plantas. Ciento ochenta días después del trasplante se cosecharon las plántulas y se determinó la masa seca aérea y radical. Los resultados indican que solamente hubo respuesta significativa ( $P < 0.01$ ) de las plántulas de café a la fertilización foliar cuando el sustrato fue suelo+pulpa. El fertilizante foliar 12-60-0 incrementó significativamente el crecimiento de las plantas por encima de los otros fertilizantes. Los resultados son discutidos en términos de los cambios en la fertilidad del suelo debido a la aplicación de la pulpa de café y al balance nutricional que pueden proveer los fertilizantes foliares.*

---

**Palabras claves:** *café, Coffea arabica, variedad Colombia, fertilización foliar, pulpa de café.*

## ABSTRACT

*RESPONSE OF COFFEE SEEDLINGS TO FOLIAR FERTILIZATION AND COFFEE PULP*

---

<sup>1</sup> Ingeniera Agrónoma, Egresada Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779.

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. A.A. 3840. e-mail: nwsorio@perseus.unalmed.edu.co

---

## AMENDMENT

*An experiment was carried out to evaluate the response of coffee seedlings to foliar fertilization and coffee pulp amendment as growth substrate. For this purpose, coffee seedlings (*Coffea arabica* L. c.v. Colombia) were transplanted to plastic bags containing either unamended soil (Typic Dystrudept) or soil amended with composted coffee pulp (3:1 ratio). Thirty-days after transplanting five foliar fertilizers (16-16-2-EM, 18-10-4-EM, 10-4-7-0.5, 12-60-0, y 7.5-0.5-3.5) were monthly sprayed on the coffee seedlings. Unfertilized seedlings were also grown in both substrates (unamended and amended soil) as control treatments. A completely randomised experimental design was employed with four replications per treatment. Plant height and leaf number were monthly determined. Shoot and root dry matter were determined at 180 days after transplanting. The results indicated that only coffee seedlings grown in amended soil significantly ( $P < 0.01$ ) responded to foliar fertilization. The effect of the fertilizer 12-60-0 increased plant growth significantly better than other fertilizers. Results were explained in terms of soil fertility changes after coffee pulp application and nutritional balance obtained by foliar fertilization.*

**Key words:** coffee, foliar fertilization, nursery, coffee pulp, compost.

---

## INTRODUCCIÓN

El desequilibrio entre la alta demanda de nutrientes por las plántulas de café y la baja disponibilidad de estos en el suelo comienza a manifestarse desde la etapa de almacigo (Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, 1991). Por lo anterior, la fertilización debe empezar desde esta fase del cultivo. Si los almacigos de café no se fertilizan producen plantas de tallos delgados y débiles que pueden no sobrevivir cuando son trasplantadas al campo (Ortiz, 1978). Para mejorar la fertilidad del sustrato de crecimiento en el período de almacigo se

Otra estrategia muy valiosa para mejorar la nutrición vegetal es la

recomienda aplicar compost de pulpa de café (Osorio; Alzate y Ramírez, 2002). Este material incrementa la disponibilidad de nutrientes, particularmente P, lo cual repercute positivamente en el crecimiento de las plantas (Parra, 1959; Mestre, 1977; Uribe y Salazar, 1983 y Giraldo y López, 1992). Se ha comprobado que la aplicación de pulpa de café al sustrato aumenta el contenido de materia orgánica, el N-total, las bases intercambiables, la capacidad de intercambio catiónico y el pH; el efecto sobre el K-intercambiable es particularmente alto (Bravo, 1984).

fertilización foliar, numerosas investigaciones han mostrado sus

beneficios sobre varios cultivos, incluyendo café (Malavolta, 1994). Sin embargo, en Colombia poco se ha investigado sobre el efecto que tiene esta práctica en las plántulas de café durante el periodo de almácigo. El caficultor y el técnico cafetero usualmente tienen poca información sobre la fertilización foliar y sus efectos sobre este cultivo, y hay mucho menos información sobre la interacción con otras prácticas como por ejemplo con la aplicación de pulpa de café. Carvajal (1984) y Campollo, Jiménez y Villeda (1985) aseguran que en Brasil los resultados con la fertilización foliar han sido satisfactorios y el costo económico que se genera se compensa con incrementos en la producción. Estos autores consideran que la fertilización foliar en café puede tener mucha importancia cuando haya limitaciones para que las raíces absorban los elementos aplicados al suelo. Campollo, Jiménez y Villeda (1985), recomiendan hacer esta fertilización con fórmulas que tengan igual proporción N-P-K, que incluyan elementos secundarios y menores; en caso de deficiencia de N en el cafeto también se debe aplicar urea. Las aplicaciones de fertilizantes foliares a cafetales adultos deben hacerse inmediatamente después de la cosecha y durante el período inicial de crecimiento del ciclo vegetativo.

Ananth; Iyengar y Chokkanna (1965) evaluaron la absorción foliar de N, P y K por hojas de cafeto, utilizando urea, fosfato de amonio y cloruro de potasio. Ellos hallaron que las hojas más jóvenes absorbieron más nutrientes que las hojas

más viejas, preferiblemente a partir de soluciones diluidas. Igualmente, detectaron que N se absorbe más rápidamente, mientras que P y K más lentamente y en menor cantidad. Por su parte, Carol (1992), obtuvo un incremento en la producción de café con la aplicación mensual de nitrato de potasio foliar al 4%.

En Colombia, Valencia (1975) investigó los efectos de la aplicación de algunos fertilizantes foliares sobre el crecimiento de plántulas de café c.v. Caturra en almácigos que contenían suelo o una mezcla de suelo con pulpa (proporción 2:1). A los seis meses de edad, las plántulas que crecieron con pulpa crecieron significativamente más que aquellas que crecieron en el suelo. Los análisis estadísticos demostraron que no hubo efectos significativos con la fertilización foliar en los dos sustratos empleados. Recientemente, Guzmán y Riaño (1996), obtuvieron similares resultados con café c.v. Colombia. Sin embargo, Santos (1982), en Brasil, encontró efectos positivos cuando aplicó fertilizantes foliares con altos contenidos de P sobre plántulas de café. La aplicación de un fertilizante foliar con alto contenido de hierro produjo toxicidad cuando se aplicó cada 10 y 20 días.

Los resultados contradictorios en investigaciones anteriores pueden ser debidos a diferencias en el uso de variedades, fertilizantes, dosis, frecuencias de aplicación, suelos y proporciones suelo+pulpa en los sustratos. Actualmente, se aplican

regularmente fertilizantes foliares en almacigos de café en Colombia pero existe mucha incertidumbre acerca de sus reales efectos sobre las plántulas. Por esta razón, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de plántulas de café a la aplicación de fertilizantes foliares y al compost de pulpa de café como parte del sustrato de crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en la granja Bolsas plásticas (17x23 cm) se llenaron con 2 kg. de sustrato de crecimiento. Uno de los sustratos consistió en suelo de la Unidad Suroeste (Typic Dystrudept). El otro sustrato fue una mezcla de este suelo y compost de pulpa de café en proporción 3:1 (suelo: pulpa). Los análisis físico-químicos de fertilidad de ambos sustratos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (Tabla 1). Dos plántulas enraizadas de café (*C. arabica*) c.v. Colombia se sembraron por bolsa.

Los tratamientos consistieron en la combinación de los dos sustratos de crecimiento (suelo y suelo+pulpa) y la aplicación de uno de cinco (5) fertilizantes foliares: 16-16-2-EM ( $2.0 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ), 18-10-4-EM ( $1.8 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ), 10-4-7-0.5 ( $3.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ), 12-60-0 ( $2.6 \text{ g L}^{-1}$ ) y 7.5-0.5-3.5 ( $4.3 \text{ g L}^{-1}$ ), los fertilizantes se aplicaron de manera que las plántulas recibieron igual cantidad de N. La primera aplicación se realizó treinta días después del trasplante y se repitió cada treinta días durante los

experimental "El Rosario", propiedad del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia, en Venecia (Colombia). La granja está en una zona de vida bhm-PM, a 1600 m de altitud, con 2200 mm de precipitación anual y  $19.7_C$  de temperatura media (media máxima de  $24_C$  y media mínima de  $15.9_C$ ) (Espinal, 1992).

siguientes cinco meses. Para evitar la contaminación de parcelas vecinas se empleó una pantalla de plástico. Se incluyeron testigos sin fertilización foliar en ambos sustratos.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar, con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Cada parcela experimental consistió de 30 bolsas plásticas pero solo se evaluaron 16 plantas tomadas del centro de cada parcela. Cada treinta días se determinaron la altura de las plantas y el número de hojas por planta. Seis

meses después del trasplante se determinaron la masa seca aérea y de raíz (60\_C, 96 horas). Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) con el software Statgraphics versión 5.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta. No se presentaron diferencias significativas en la altura de las plantas con los tratamientos a los 30 y 60 días después del trasplante (Tabla 2). Sin embargo, a partir del día 90 las plantas que crecieron en el sustrato suelo+pulpa exhibieron una altura significativamente ( $P < 0,01$ ) mayor que aquellas que crecieron en el sustrato con suelo. Las plántulas que crecieron en el sustrato suelo, no respondieron significativamente a la

aplicación de algunos fertilizantes foliar con respecto al control. En contraste, las plantas que crecieron en el suelo+pulpa respondieron significativamente a algunos fertilizantes foliares. Este comportamiento se mantuvo hasta los días 150 y 180 después del trasplante. La altura mayor se obtuvo con la aplicación del fertilizante de mayor concentración de P (12-60-0), recuérdese que la cantidad de N aplicada fue similar para todos los tratamientos con fertilizantes. Además, este fertilizante, a diferencia de los otros, no tenía potasio, elemento que aumentó excesivamente con la aplicación de pulpa de café (Tabla 1). Este excesivo incremento de K pudo ocasionar un desbalance nutricional, que al menos, no se agravó con este fertilizante.

**Tabla 1.** Análisis de fertilidad para los sustratos utilizados en estudios de nutrición en plántulas de café.

Parámetro	Método	Sustrato		
		Suelo	Suelo+Pulpa	Pulpa
Arena (g kg <sup>-1</sup> )	Bouyoucos	280	-	-
Limo (g kg <sup>-1</sup> )	"	160	-	-
Arcilla (g kg <sup>-1</sup> )	"	560	-	-
PH	Agua, 1:1	5,0	4,9	5,4
M.O, (g kg <sup>-1</sup> )	Walkley & Black	46	101	257
P (mg kg <sup>-1</sup> )	Bray II	1	14	61
CIC efectiva (cmol.kg <sup>-1</sup> )	_ cationes intercambiables	6,5	12,4	48
Al (cmol.kg <sup>-1</sup> )	KCl 1M	3,1	0,9	0,5
Ca (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Acetato de Amonio 1M pH 7	2,2	6,1	19,3
Mg (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Acetato de Amonio 1M pH 7	0,9	3,1	13,5
K (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Acetato de Amonio 1M pH 7	0,34	2,30	14,9
Saturación Al (%)		47,4	7,3	1,0
Saturación Bases (%)		52,6	92,7	99,0

**Tabla 2.** Altura de la planta (cm) de café c.v. Colombia creciendo en dos sustratos

(suelo y suelo+pulpa) con la aplicación de fertilizantes foliares durante el período de almácigo.

Sustrato	Fertilizante	30	60	90 (días)	120	150	180
Suelo	No	7,1 a*	9,4 a	9,4 c	9,7 b	10,4 c	11,3 c
	7,5-0,5-3,5	7,7 a	9,5 a	8,8 c	10,1 b	10,9 c	11,6 c
	16-16-2	7,4 a	9,0 a	9,0 c	9,6 b	10,3 c	10,8 c
	18-10-4	7,5 a	9,5 a	9,1 c	9,9 b	10,6 c	11,7 c
	10-4-7-0,5	7,4 a	9,8 a	9,3 c	9,8 b	11,2 c	11,4 c
	12-60-0	7,4 a	9,1 a	9,1 c	10,1 b	11,0 c	12,2 c
	C.V (%)	5,8	6,1	4,6	7,3	6,6	11,0
Suelo+pulpa	No	7,9 a	9,9 a	11,0 b	13,9 a	16,6 b	17,9 b
	7,5-0,5-3,5	7,5 a	9,9 a	11,3 ab	14,5 a	18,2 a	20,1 ab
	16-16-2	7,5 a	10,3 a	11,5 ab	15,1 a	18,2 a	20,5 ab
	18-10-4	7,0 a	9,5 a	11,3 ab	13,8 a	17,9 ab	19,1 ab
	10-4-7-0,5	7,2 a	9,8 a	11,4 ab	14,0 a	17,8 ab	19,8 ab
	12-60-0	7,2 a	10,0 a	11,9 a	15,0 a	19,0 a	21,6 a
	C.V (%)	5,8	6,1	4,6	7,3	6,6	11,0

\* Cada valor es el promedio de 4 repeticiones y 16 datos por parcela. En las comparaciones verticales los promedios seguidos con letras similares no difieren significativamente (Duncan,  $P_{0,05}$ ).

Número de Hojas. Con este variable se encontró una situación similar a la observada con la altura de las plantas (Tabla 3). Cuando el sustrato de crecimiento fue solamente suelo, no hubo respuesta a la fertilización foliar. Solo hubo respuesta a la fertilización foliar cuando en el sustrato de crecimiento se incluyó la pulpa de café. En este caso, la respuesta a los tratamientos a fertilización fue observada muy tempranamente. A partir del día 30 después del trasplante se encontraron diferencias significativas ( $P_{0,01}$ ) en

el número de hojas en función del tipo de sustrato, destacándose el sustrato suelo+pulpa; lo cual se mantuvo para todos los tiempos de observación. Los efectos significativos sobre el número de hojas fueron producidos con la aplicación de varios de los fertilizantes empleados (Tabla 3). Se espera que las plantas con un mayor número de hojas tengan una mayor capacidad fotosintética y, en consecuencia, una mejor adaptación y supervivencia luego de que son transplantadas al sitio de producción.

**Tabla 3.** Número de hojas por planta de café c.v. Colombia creciendo en dos sustratos (suelo y suelo + pulpa) y con la aplicación de fertilizantes foliares durante el período de almácigo.

Sustrato	Fertilizante	30	60	90 (días)	120	150	180
Suelo	No	2,1 f*	3,2 cd	4,3 d	6,5 d	8,6 b	9,4 c
	7,5-0,5-3,5	2,6 def	3,2 cd	4,9 bc	6,9 cd	8,7 b	9,4 c
	16-16-2	2,4 ef	2,7 d	4,4 cd	6,6 cd	8,7 b	9,2 c
	18-10-4	2,3 f	2,7 d	4,3 d	6,8 cd	8,6 b	9,6 c
	10-4-7-0,5	2,2 f	2,8 c	4,9 bcd	7,0 cd	9,1 b	9,7 c
	12-60-0	2,2 f	3,3 cd	5,2 b	7,5 c	9,1 b	9,6 c
	C.V%	13,4	11,2	6,7	7,0	5,6	6,1
Suelo+p ulpa	No	3,6 ab	5,3 ab	7,8 a	9,7 b	11,2 a	11,4 b
	7,5-0,5-3,5	3,3 abc	5,5 ab	7,6 a	10,6 ab	11,9 a	12,5 a
	16-16-2	3,8 a	5,5 ab	7,9 a	10,4 ab	11,9 a	12,4 ab
	18-10-4	3,3 abc	5,4 ab	7,8 a	10,0 ab	11,9 a	12,3 ab
	10-4-7-0,5	2,9 cde	4,7 b	7,6 a	9,8 b	11,7 a	12,7 a
	12-60-0	3,0 bcd	5,7 a	7,7 a	10,8 a	12,0 a	13,1 a
	C.V%	13,4	11,2	6,7	7,0	5,6	6,1

\* Cada valor es el promedio de 4 repeticiones y 16 datos por parcela. En las comparaciones verticales los promedios seguidos con letras similares no difieren significativamente (Duncan,  $P_{0,05}$ ).

Masa seca. Las plantas que crecieron en el sustrato con solamente suelo, presentaron retrasos en el crecimiento, al llegar al final del período de evaluación no estaban en condiciones de ser llevadas al campo. Por el contrario, las plantas que crecieron en sustrato suelo+pulpa, exhibieron un crecimiento adecuado. Así, seis meses después del trasplante estas plantas estuvieron listas para ser trasplantadas en el campo, su sistema de raíces estuvo bien formado, con buena cantidad de pelos absorbentes, buen tamaño y, a simple vista, no se observaron deformaciones en las raíces.

Con las aplicaciones foliares de fertilizantes en plantas que crecieron en el sustrato suelo, no se hallaron diferencias significativa en la masa aérea ni en la radical (Tabla 4), mientras que cuando el sustrato contenía la mezcla de suelo + pulpa la fertilización foliar provocó un crecimiento significativa-mente mayor ( $P_{0,01}$ ) con respecto a su respectivo control. La aplicación de los fertilizantes foliares 12-60-0 y 16-16-12 sobre estas plantas, incrementó la masa seca aérea y radical por encima de los otros fertilizantes foliares (Tabla 4).

**Tabla 4.** Masa seca de la parte aérea de plantas de café variedad Colombia creciendo en dos sustratos (suelo y suelo + pulpa) y con la aplicación de fertilizantes foliares durante el período de almácigo.

Sustrato	Fertilizante	Masa seca aérea (mg/planta)	Masa seca raíz (mg/raíz)
Suelo	No	693 d*	323 c
	7,5-0,5-3,5	704 d	355 c
	16-16-2	645 d	303 c
	18-10-4	753 d	330 c
	10-4-7-0,5	785 d	312 c
	12-60-0	758 d	343 c
Suelo+pulpa	No	1890 c	679 b
	7,5-0,5-3,5	2246 b	673 b
	16-16-2	2291 ab	728 ab
	18-10-4	2124 bc	703 b
	10-4-7-0,5	2171 bc	685 b
	12-60-0	2532 a	792 a
	C.V. (%)	12,9	10,1

\* Cada valor es el promedio de 4 repeticiones y 16 datos por parcela, En las comparaciones verticales los promedios seguidos con letras similares no difieren significativamente (Duncan,  $P_{0,05}$ ).

Los resultados obtenidos en este trabajo corroboran las afirmaciones de Mestre (1977) y Parra (1959) acerca de que la pulpa de café se constituye en un excelente material orgánico para los sustratos de almácigos de café y, en consecuencia, pueden mejorar el crecimiento de la parte aérea y radical de las plántulas.

Los resultados permiten afirmar que la fertilización foliar en almácigos de café es una alternativa viable para el caficultor para obtener plántulas más vigorosas para ser trasplantadas al campo. Igualmente, ratifica lo planteado por el Comité de Cafeteros de Antioquia, 1991 y Ortiz, 1978, quienes aseguran que la fertilización debe comenzarse desde la etapa de almácigo.

Por otro lado, los resultados obtenidos en este trabajo difieren de aquellos encontrados en las investigaciones de Valencia, 1975, con la variedad caturra y de Guzmán y Riaño, 1996, con variedad Colombia. Estos autores no encontraron diferencias significativas al aplicar fertilizantes foliares a almácigos de café usando como sustrato suelo+pulpa, sus conclusiones son que esta práctica no es justificable. Una posible explicación es la diferencia en las condiciones experimentales entre estos trabajos y el nuestro. Por ejemplo, la proporción de suelo y pulpa en el sustrato de crecimiento, la variedad de café

Se ha considerado que la fertilización foliar puede compensar problemas de

empleada, los fertilizantes usados, dosis, frecuencia y momento de aplicación y condiciones ambientales. Desafortunadamente, los autores no mencionan el tipo de suelo utilizado por lo que no se pueden hacer comparaciones a ese nivel.

En general, cuando el sustrato fue únicamente suelo no hubo respuesta a la fertilización foliar. Esta falta de respuesta pudo ser debida a los limitantes físicos y químicos del suelo (textura arcillosa, fuerte acidez, alto. Al intercambiable, bajo P disponible, bajo contenido de bases intercambiables y bajo contenido de materia orgánica). Nótese que en el suelo el P-Bray II fue muy bajo ( $1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Tabla 1). Valencia y Carillo (1995) propusieron que un rango de concentración de P-Bray II adecuado debería estar entre  $6-14 \text{ mg kg}^{-1}$ . Cuando el suelo se mezcló con pulpa de café la concentración de P-Bray II aumentó a un valor adecuado ( $14 \text{ mg kg}^{-1}$ ); consecuentemente, las plántulas crecieron mejor y respondieron positivamente al estímulo de la fertilización foliar. Igualmente, la pulpa de café pudo haber mejorado el ambiente físico de este suelo arcilloso y bajo en materia orgánica, permitiendo así que las raíces de las plantas crecieran mejor y respondieran a la fertilización.

nutrición en las plantas (Campollo, Jiménez y Villeda, 1985). Sin

embargo, si las condiciones del suelo son muy adversas (p.e., extrema acidez, niveles tóxicos de Al, deficiencia de nutrientes) las plantas van a estar expuestas a limitantes muy severos para su crecimiento. Se sugiere que la fertilización foliar sea considerada como una estrategia para aumentar el crecimiento de las plantas que tienen condiciones favorables de crecimiento y no como una práctica para corregir problemas nutricionales severos. En otras palabras, si los problemas de disponibilidad de nutrientes en el suelo no son corregidos en el mismo suelo, no se debe esperar grandes resultados con la fertilización foliar. A las plantas se les debe proveer condiciones adecuadas para su desarrollo y si se quiere aumentar el crecimiento, rendimiento, y/o calidad esto podría ser hecho a través de algunas prácticas como la fertilización foliar.

Vale la pena resaltar los valores tan bajos de los coeficientes de variación (4-13 %) obtenidos en este trabajo. Esto nos permite afirmar que el diseño experimental empleado y la rigurosidad de las mediciones fueron muy adecuadas y le confieren mucha confianza a los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

(i) Se obtuvo respuesta positiva en el crecimiento de plántulas de café c.v. Colombia con algunos fertilizantes foliares cuando el sustrato consistió en una mezcla suelo y pulpa de café; (ii) los fertilizantes que promovieron significativamente el

crecimiento de las plantas fueron aquellos con mayor concentración de P; (iii) al final del período de almácigo no hubo respuesta a la fertilización foliar en ausencia de pulpa de café en el sustrato de crecimiento, (iv) la pulpa por sí sola incrementó significativamente el creci-

miento de las plantas, (v) el efecto de la fertilización foliar y la aplicación de pulpa de café sobre algunas variables estudiadas fue evidente desde los primeros meses del almacigo.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con fondos del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia. Agradecemos a Jairo Almánzar y Pedro Nel Maya de este comité por su colaboración a lo largo de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

ANANTH, B.R.; IYENGAR, B.R.V and CHOKKANNA, N.G. Foliar nutrition of *Coffea arabica*. *En: Indian Coffea*. Vol. 29, No. 11 (1965); p.11-19.

BRAVO, G. Fertilidad general de los suelos ESPINAL, T.I. Geografía Ecológica de Antioquia: Zonas de Vida. Medellín: LEALON, 1992. p. 93-105.

GIRALDO DUQUE, Juan Fernando y LÓPEZ SÁNCHEZ, Javier Gustavo. Efecto del lombricompost en el desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica*) Variedad Colombia en almacigo. Medellín, 1992. 85 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo.). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

GUZMAN, C. y RIAÑO, N.. Respuesta de plantas de café en etapa de almacigo a la fertilización foliar. *En: Avances Técnicos de Cenicafe*. No.232 (1996); p.1-4.

MALAVOLTA, E. Fertilización foliar. *En: SILVA, F., ed. Fertilidad de suelos: diagnóstico y control*. Bogotá: Sociedad

cafeteros y fertilización del cafeto en Colombia. *En: Suelos Ecuatoriales*. Vol. 14, No.1(1984); p. 362-377.

CAMPOLLO, E.H.; JIMÉNEZ, O. y VILLEDA, S.A. Fertilización. *En: Revista Cafetera ANACAFÉ*. No. 259 (1985); p.15-24.

CAROL, H. Efecto de las diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación con Nitrato de Potasio foliar en la producción de Café (*Coffea arabica*). *En: Agronomía Colombiana*. Vol. 5, No.1 (1992); p. 29-32.

CARVAJAL, José F. Cafeto: cultivo y fertilización. Berna: Instituto Internacional de la Potasa, 1984. p.195-244.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE ANTIOQUIA. Cursos veredales de café. Medellín: Edinalco, 1991. p. 95-106.

Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1994. p. 305-341.

MESTRE, A. Evaluación de la pulpa de café como abono para almacigos. *En: Cenicafé* Vol. 28, No. 1 (1977); p. 18-26.

ORTIZ, M.O. Manual de suelos y fertilización de café. *En: Revista Cafetera ANACAFÉ*. No. 177 (1978); p. 11-42.

- OSORIO, N.W.; ALZATE, J.M. and RAMIREZ, G.A. Coffee seedling growth as affected by mycorrhizal inoculation and organic amendment. *En: Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 33, No. 9/10 (2002); p. 1425-1434.
- PARRA, H.J. El valor del fertilizante de la pulpa de Café. *En: Cenicafé*. No.10 (1959); p. 441-460.
- SANTOS, J.C. Evaluación de cinco fertilizantes foliares en cuatro frecuencias de aplicación en almácigos de café instalados en bolsas de polietileno. *En: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN CAFETALERA* (2: 1982: Tegucigalpa, Honduras). Memorias del Segundo Seminario de Investigación Cafetalera. Tegucigalpa, 1982. 325p.
- URIBE, H., y SALAZAR A., N. Influencia de la pulpa de café en la producción de cafeto. *En: Cenicafé*. Vol. 34 , No. 2 (1983); p.44-58.
- VALENCIA, G. Fertilización foliar en almácigos de café. *En: Avances técnicos Cenicafé*. No. 49 (1975); p. 1-2.
- \_\_\_\_\_. y CARRILLO, I. Interpretación del análisis de suelos para café. *En: Suelos Ecuatoriales*. Vol. 14 , No.1 (1984); p. 186-189.

Recibido: 05-02-2003

Aceptado: 07-05-2003