

Evaluación de fertilizantes foliares sobre la producción en café (*Coffea arabica* L.)

Evaluation of foliar fertilizers on yield of coffee (*Coffea arabica* L.)

Omar A. Sosa M. y Alveiro Salamanca J.

Resumen

En la subestación experimental Paraguaicito de Cenicafé, ubicada en el municipio de Buenavista, departamento del Quindío, se realizó un ensayo con fertilizantes foliares, en café variedad Colombia de 24 meses de edad, con una distancia de siembra de 2 x 1 m. Las aplicaciones foliares se realizaron 58 y 88 días después del pico de floración principal, con el fin de evaluar su efecto sobre la producción, el factor de conversión y el rendimiento en trilla. Los fertilizantes foliares utilizados fueron: Úrea, MAP, Nitrato de Calcio al 1%, KCl, Kelatex Calcio, Kelatex Magnesio al 0,25%, Borosol al 0,3%, Nitrato de potasio al 4%, Kelatex calcio (0,25%) + Borosol (0,3%) y Úrea (1%) + KCl (0,25%) + MAP (1%). Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticas sobre la producción de la primera cosecha de 2007, ya que la aplicación foliar de los fertilizantes no influyó sobre el factor de conversión, el cual presentó un valor promedio de 5,17, que se puede considerar aceptable con respecto al promedio nacional. El rendimiento en trilla no presentó diferencias significativas entre tratamientos, aunque presentó un factor promedio de 88,68kg (cps): valor por debajo de la línea de comercialización nacional que actualmente es de 92,8kg (cps).

Palabras claves adicionales: aplicaciones foliares, floración principal, calidad física del grano.

Abstract

An experiment was conducted testing foliar fertilizers in coffee plants var. Colombia, with 2 x 1m planting distance, in the experimental station Paraguaicito - Cenicafé, in Buenavista / Quindío. Foliar sprayings were done at 58 and 88 days after the main flowering peak, in order to assess its effect on yield, conversion factor, and threshing performance. Used foliar fertilizers were: Urea, MAP, Calcium Nitrate 1%, KCl, Kelatex Calcium, Kelatex Magnesium 0,25%, Borosol 0,3% potassium nitrate 4% Kelatex calcium (0,25 %) + Borosol (0,3%) and urea (1%) + KCl (0,25%) + MAP (1%). Results showed no statistical differences on the production at the first harvest in 2007. The foliar applications did not influence the conversion factor (5,17), which can be considered acceptable respect to the national average. Threshing performance didn't have any statistical differences among treatments: although it presented an average factor of 88.68kg (dry parchment coffee - dpc), value below the national marketing line.

Additional keys words: foliar spraying, main flowering, physical quality of grain.

¹ Ingeniero Agrónomo. Correo: Omar.sossa@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo Auxiliar de investigación Cenicafé, Quindío. Correo: Alveiro.Salamanca@cafedecolombia.com

Introducción

A través del tiempo, la fertilización foliar se ha aplicado en diferentes cultivos, dirigida principalmente a corregir deficiencias de elementos menores. No obstante, esta práctica también es viable para los demás nutrimentos cuando su abastecimiento a través del suelo se afecta por diversos factores (suelo, clima, planta), o cuando se necesita suplir la demanda específica de algún nutrimento en forma rápida y en una época determinada del cultivo (Santos y Aguilar, 1999; Mengel, 2002; Wójcik, 2004). Cuando la aplicación se realiza en etapas fenológicas cercanas a la floración, que es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica, se aumenta la absorción de nutrimentos (Marschner, 1995).

En relación con el mecanismo de absorción foliar de nutrimentos, diversos autores plantean las siguientes rutas o vías por las cuales sucede el proceso. En primer lugar, la absorción de ciertos elementos se puede llevar a cabo en forma de gases (SO_2 , NH_3 , NO_3) a través de los estomas, que son los sitios de intercambio de CO_2 y O_2 con la atmósfera (Arcila, 2000). En condiciones normales, la absorción de nutrimentos en solución puede darse tanto por las cavidades estomáticas, como por los espacios intercelulares en las siguientes fases: (1) entrada intercuticular, del exterior a la capa de cutina y (2) entrada intracuticular, de la cutina a la membrana citoplasmática (Malavolta et al., 1974). También la penetración de un nutriente en la hoja puede darse en los siguientes tres pasos: (1) penetración a través de la cutícula; (2) absorción por el plasmalema o membrana plasmática y (3) entrada al citoplasma, (Wójcik, 2004).

La fertilización foliar se afecta por diversos factores asociados con la planta, el ambiente y la formulación del producto. En relación con la planta se destacan la variedad y la especie, su estado nutricional, la etapa de desarrollo y la edad de las hojas. En el ambiente, incide la temperatura del aire, el viento, la luz, la humedad relativa y la hora

de aplicación. La formulación del producto puede entorpecer la absorción del fertilizante debido a que se cometen errores en cuanto la concentración del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes, el tamaño de la gota, la valencia del ión, el ión acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta (Swietlik y Faust, 1984; Wójcik, 2004).

En términos generales, en el cultivo del café son muchos los estudios realizados en diferentes países al respecto, de los cuales se reportan distintas respuestas a la aplicación de fertilizantes foliares para las diferentes etapas de desarrollo. Entre los trabajos más sobresalientes se encuentran algunos sobre la etapa de almácigo (Cardona (1972); Valencia (1975); Castro et al. (1981), Oseguera y Herrera (1984); Guzmán y Riaño (1996), Posada y Osorio (2003). En cuanto la etapa de producción se encuentran investigaciones de autores como Silva et al. (1975); Martins et al. (1980); Viana (1981); Garcia et al. (1983); Freire et al. (1981); Devarajan et al. (1991); Santinato et al. (1991); Caro (1992); Campo y Ramírez (1994); Marín (1994); Lima et al. (2003).

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la subestación experimental Paraguaicito de Cenicafé (Centro Nacional de Investigaciones de Café), ubicada a 4° 24' Latitud Norte, 75° 39' Longitud Oeste, en el municipio de Buenavista (Quindío), con un altitud de 1203 msnm; 22,1 °C de temperatura; 2.119 mm de precipitación anual y una humedad relativa de 78% (Anuario Meteorológico Cafetero, 2005). Las características físicas y químicas de los suelos donde se realizó la investigación se presentan en la tabla 1. Los lotes seleccionados para el experimento se encontraban sembrados con café variedad Colombia a libre exposición solar, de 24 meses de edad, a una distancia de 2 x 1 m. Como unidad experimental se tomó una parcela comprendida por 40 árboles, de los cuales 14 fueron efectivos y los 22 restantes bordes compartidos.

Tabla 2. Características físicas y químicas del suelo de la Subestación Paraguaicito.

| Subestación | Text | Da | pH | MO | N | K | Ca | Mg | Al | CIC | P | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
|--------------|------|------|-----|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|
| | | | | (%) | | cmol ₍₊₎ /kg suelo | | | | | | mg.kg ⁻¹ | | | | |
| Paraguaicito | FA | 1,04 | 4,8 | 7,26 | 0,31 | 0,71 | 2,82 | 0,63 | 1,20 | 18,3 | 31,7 | 238,7 | 32,9 | 7,91 | 17,8 | 1,18 |

Las parcelas experimentales se asignaron aleatoriamente a los tratamientos dentro de cada bloque, para un diseño de bloques completamente

al azar donde el factor de bloqueamiento fue el gradiente de fertilización del terreno. Se contó con 12 tratamientos (tabla 2) y 6 bloques.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos a aplicar

| Tratamiento | Elementos | Elemento (%) | Fuentes y concentraciones a aplicar |
|-------------|------------------|---|---|
| 1 | N | 46(N) | Urea 1% |
| 2 | P, N | 52(P ₂ O ₅) 12(N) | MAP 1% |
| 3 | K | 60(K ₂ O) 24(Cl) | KCl 0,25 % |
| 4 | Ca | 9(CaO) | Kelatex Calcio 0,25% |
| 5 | Mg | 7(MgO) | Kelatex Magnesio 0,25% |
| 6 | B | 21(B) | Borosol 0,3% |
| 7 | K, N | 44(K ₂ O) 13(N) | Nitrato de Potasio 4% |
| 8 | Ca, N | 28(CaO) 15,5(N) | Nitrato de Calcio 1% |
| 9 | Ca, B | 9(CaO), 21(B) | Kelatex Calcio 0,25% + Borosol 0,3% |
| 10 | N, P, K | 46(N), 52(P ₂ O ₅), 60(K ₂ O) | Urea 1% + MAP 1% + KCl 0,25% |
| 11 | Testigo DRIS* | Testigo DRIS* | Fertilización edáfica basada en la recomendación DRIS |
| 12 | Testigo Relativo | Testigo Relativo | Fertilización edáfica basada en análisis de Suelos |

Fuente: Diagnosis and recommendation integrated system

Las frecuencias de aplicación se ajustaron, de tal forma que las aplicaciones se realizaron 58 y 88 días después del pico de floración principal, ocurrido alrededor del 5 de septiembre de 2006. Se emplearon diez equipos de presión previa retenida (PPR), Triunfo 40-100-10, con boquillas TXS 3, calibradas a una presión constante de salida de 40 PSI (Libra·pulgada⁻²), con un suministro de caudal de 190 cc·min⁻¹. Se aplicó un flujo de descarga de 50 cc·planta⁻¹, en un tiempo de 15 s por árbol.

Para la primera cosecha de 2007 se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la producción, el factor de conversión de café cereza (cc) a café pergamino seco (cps; cc/cps) y el rendimiento

en trilla (cantidad de café pergamino seco para obtener un saco de 70kg de café excelso). La información que se tomó se relacionó con la producción y calidad física.

Producción y calidad física: Los datos de producción fueron medidos en cada parcela, desde el 30 de enero hasta el 24 de julio; en este periodo se realizaron diez entradas o pases de recolección, con una frecuencia promedio de 20 días, que arrojaron proporcionando los resultados correspondientes a la primera cosecha de 2007, la cual representa aproximadamente un 50% del total para este año. El factor de conversión de café cereza a café pergamino seco (cc/cps) y el factor de rendimiento en trilla, se midieron el 11

de abril de 2007; día que correspondió al pico de recolección para este periodo. Para el análisis estadístico de cada tratamiento se estimaron los promedios y coeficientes de variación con las variables de respuesta (producción, factor de conversión, rendimiento en trilla). Se realizó un análisis de varianza para el diseño experimental bloques completos al azar con las variables de respuesta.

Resultados y Discusión

Efecto de la fertilización foliar sobre la producción y la calidad física: En la tabla 3, se pueden apreciar los valores promedios de las variables de respuesta (producción, factor de conversión de café cereza/ café pergamino seco (cc/cps) y rendimiento en trilla), utilizadas en el experimento para determinar el efecto de los tratamientos.

Tabla 3. Promedio de la producción de café cereza, factor de conversión de café cereza/café pergamino seco y rendimiento en trilla para la Subestación Paraguaycito

| Tratamientos | Fuente | Producción Tratamientos | | Producción Tratamientos | | Producción Tratamientos | |
|--------------|---|----------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | kg cc.parcela ¹ | C.V (%) | kg | C.V (%) | kg | C.V (%) |
| 1 | Urea 1% | 28,26 | 27,88 | 4,96 | 2,12 | 88,09 | 3,94 |
| 2 | MAP 1% | 34,26 | 22,79 | 4,99 | 3,39 | 88,36 | 2,55 |
| 3 | KCl 0,25% | 36,24 | 27,18 | 5,01 | 3,52 | 88,67 | 3,18 |
| 4 | Kelatex Calcio 0,25% | 33,34 | 50,71 | 5,13 | 2,18 | 89,58 | 7,83 |
| 5 | Kelatex Magnesio | 24,92 | 51,35 | 6,22 | 22,83 | 89,87 | 5,37 |
| 6 | 0,25% | 27,92 | 28,42 | 5,21 | 2,36 | 88,13 | 3,77 |
| 7 | Boroso 0,30% | 34,57 | 22,46 | 5,00 | 3,43 | 87,38 | 2,65 |
| 8 | Nitrato de Potasio 4% | 27,70 | 18,31 | 5,16 | 2,92 | 87,52 | 1,48 |
| 9 | Nitrato de Calcio 1% Kelatex Calcio 0,25% + Boroso 0,3% | 37,07 | 25,58 | 4,97 | 3,15 | 86,96 | 1,76 |
| 10 | Urea 1% + MAP 1% + KCl 0,25% | 30,31 | 47,66 | 5,14 | 5,11 | 86,74 | 3,36 |
| 11 | Fertilización edáfica DRIS | 29,64 | 34,96 | 5,18 | 3,44 | 93,65 | 17,70 |
| 12 | Fertilización edáfica análisis de Suelos | 38,69 | 22,49 | 5,06 | 2,45 | 89,17 | 6,47 |

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en producción ($P > F = 0,2721$) entre tratamientos (figura 1) en la primera cosecha de 2007; cabe anotar que estos resultados fueron preliminares y sólo representan una de las dos cosechas del año, indicando sólo posibles respuestas o tendencias. Para obtener datos concretos es necesario la evaluación de por lo menos tres ciclos del cultivo, ya que el café,

como menciona Arcila (2000), es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida puede comprender varios años y las características de disponibilidad de agua y energía y su interacción con factores genéticos, nutricionales y hormonales, determinan el ritmo y la cantidad de crecimiento de los diferentes órganos y tejidos de la planta, siendo variable en distintas épocas del año, lo cual, a su vez influye en la producción.

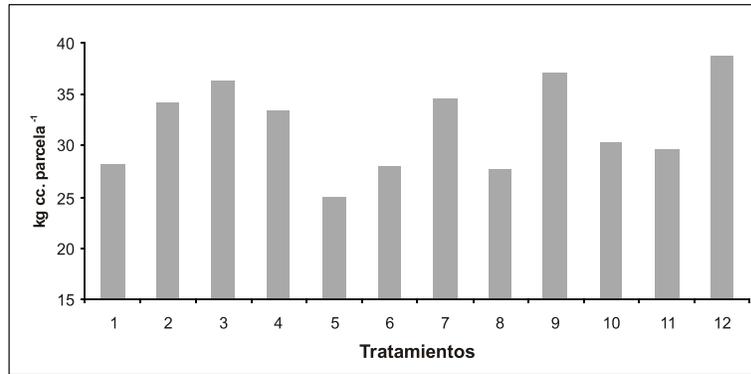


Figura 1. Producción promedio en kg de café cereza (cc).parcela⁻¹

Existió diferencia numérica (no significativa) entre la producción del tratamiento 12, el cual no recibió aplicación foliar y el tratamiento 5, aplicación foliar de Kelatex Magnesio al 0,25%; con producciones de 38,69 y 24,92 kg cc. parcela⁻¹, respectivamente. Al respecto, Cuartas et al. (2005) encontraron un efecto positivo sobre la producción y sobre la calidad del grano con la aplicación de Kelatex Magnesio al 0,25%. Sin embargo, Silva et al. (1975) encontraron que esta aplicación afectaba la producción, en concordancia con los resultados preliminares de esta investigación; además de obtener la producción más baja, la aplicación foliar del Kelatex Mg mostró el valor más alto de conversión de cc/cps (6,22), lo que puede indicar que en este tratamiento estuvieron implícitas otras variables que afectaron tanto su productividad, como su calidad física.

Las aplicaciones de Úrea al 1% no aumentaron la producción (28,26 kg (cc). parcela⁻¹), en relación con los testigos, resultado que coincide con lo registrado por Martins et al. (1980), Robinson y Harcombe (1959), García et al. (1983).

Las aspersiones con Borosol al 0,30% mostraron resultados en la producción de 27,92 kg cc.parcela⁻¹; resultados que podrían considerarse bajos, contrarios a los hallados por García et al. (1983) y Ramírez et al. (2002), quienes encontraron respuesta positiva a la aplicación.

La aplicación de Borosol presentó producciones bajas; sin embargo, al ser combinado con Kelatex Calcio 0,25%, aumentó la producción, clasificándose como la segunda más alta de los tratamientos (37,07 kg cc.parcela⁻¹). Santinato et al. (1991), con resultados similares, encontraron que la aplicación de B + Ca en los periodos de pre y postfloración promovió la retención de frutos y aumentó la producción de 20% a 34%. De la misma forma, Lima et al. (2003) obtuvieron la producción más alta con el tratamiento de ácido bórico + CaCl₂.

La producción entre los tratamientos que contenían calcio, determinó que el nitrato de calcio fue inferior con 27,70 kg cc.parcela⁻¹, con respecto al tratamiento con Kelatex calcio + Borosol, lo cual indicó el efecto sinérgico entre el B y Ca (Malavolta et al., 1989).

Los tratamientos de cloruro y nitrato de potasio mostraron producciones similares: 34,79 y 34,57 kg cc.parcela⁻¹. Los reportes de autores como Martins et al. (1980), Menard (1961), Freire et al. (1987), Devarajan et al. (1991), Caro (1992), Marín (1994) difieren entre sí, respecto de cual fuente y dosis es la que presenta mejores resultados. Se puede concluir, con las investigaciones realizadas, que la respuesta a la aplicación foliar con diferentes fuentes de potasio es muy variable, aunque la utilización de KNO₃,

como fuente del elemento, ha mostrado mejores resultados. Con los datos preliminares obtenidos en esta investigación, se puede apreciar que las aspersiones foliares, con ambas fuentes de potasio, proporcionan un efecto similar en cuanto a la producción, sin que haya influencia directa del ion acompañante presente en cada fertilizante.

Con las aplicaciones de MAP al 1%, se obtuvo una producción de 34,26 kg cc·parcela⁻¹, que corresponde a una producción media, en relación con los demás tratamientos. Garcia et al. (1983), afirman que la aplicación edáfica o foliar de MAP al cafeto, da como resultado producciones similares. Lima et al. (2003) no encontraron efecto sobre la producción. El contraste de resultados sugiere la variabilidad de los mismos con respecto a las aplicaciones, las cuales son dependientes de las concentraciones y de la forma de aplicación, pero también de las condiciones ambientales y otros factores presentes en el momento del desarrollo de las investigaciones.

El tratamiento 10 (Úrea 1% + MAP 1% + KCl 0,25%), presentó una producción de 30,31 kg cc·parcela⁻¹, una de las más bajas. Martins et al. (1980) no encontraron efecto positivo a esta fertilización en el crecimiento y la producción de la primera cosecha del cafeto. Viana (1981), concluyó que este tratamiento no proporcionó aumento significativo en la producción de tres cosechas evaluadas, lo que concuerda con los datos obtenidos hasta ahora en el presente trabajo.

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias significativas en el factor de conversión de los tratamientos; a pesar de esto como ya se había mencionado, se destacó el tratamiento 5 con el factor de conversión más alto (6,22; figura 2), con una media de 5,17, lo cual significa que se necesita 5,17kg de café cereza (cc) para producir uno de café pergamino seco (cps). Los rendimientos obtenidos pueden catalogarse como aceptables, puesto que son frecuentes con el beneficio convencional, de café cereza a pergamino seco, entre 4,7:1 y 5,3:1 (Roa et al., 1999).

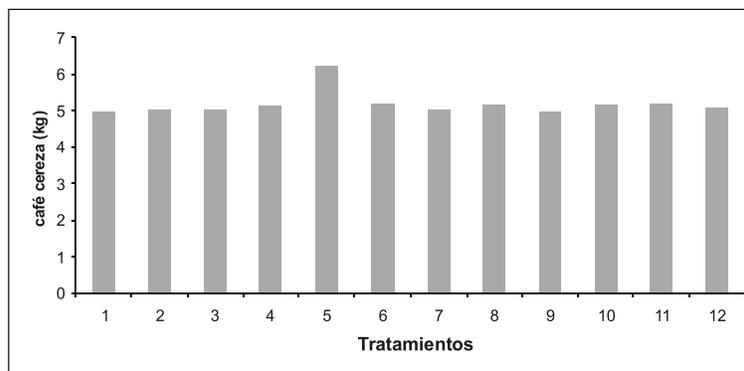


Figura 2. Promedios por tratamiento del factor de conversión de café cereza (cc) a café pergamino seco (cps)

El factor de rendimiento para los tratamientos no presentó diferencias significativas, su media fue de 88,68kg de café pergamino seco (cps; figura 3), lo cual indica que se necesita esta cantidad de cps para obtener un saco de 70kg de café excelso. Actualmente, la línea base de comercialización en el país es 92,8kg

de cps para obtener 70kg de café excelso; el resto lo constituyen el cisco (18,7kg) y los subproductos (4,1kg). Los factores obtenidos se encuentran por debajo de la línea de comercialización, lo que implica una bonificación en su precio al momento de la venta en la cooperativa.

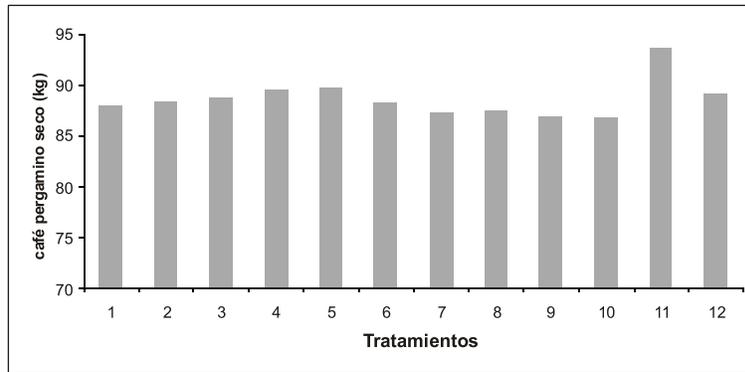


Figura 3. Promedios factor de rendimiento por tratamiento en kg (cps)

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Federación Nacional de Cafeteros, a Cenicafé (Centro Nacional de Investigaciones de Café), a

los integrantes de la disciplina de Suelos, al Doctor Diógenes Villalba, a la disciplina de Biometría y al personal de la Subestación Paraguaycito del Quindío.

Literatura Citada

- Anuario Meteorológico Cafetero 2005. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de café. Chinchiná . Cenicafé, 2006. 233 p.
- Arcila, J. 2000. Factores que afectan la adquisición de nutrimentos por el cafeto. En: Simposio sobre suelos de la zona cafetera Colombiana. Chinchiná, Cenicafé, 24 p.
- Campos, C.E. y J.E. Ramírez, 1994. Fertilización foliar del cafeto. *Noticiero del Café* 9(86), 1-4.
- Cardona, R. 1972. Estudio de absorción foliar de fertilizantes en plántulas de café crecidas en soluciones nutritivas. Manizales, Universidad de Caldas, Trabajo de grado, Facultad de Agronomía. 80 p.
- Caro, L.H. 1992. Efecto de diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación de nitrato de potasio foliar en la producción de café (*Coffea arabica*). *Agronomía Colombiana* 5(1), 29-32.
- Cuartas, C.; W. Montoya y C. Baeza. 2005. Comparación y evaluación de calidad y rendimiento del cultivo de café con dos alturas de zoca asistidas con fertilización foliar y edáfica, en predios de la finca "El Rosario" municipio de Chinchiná. *Agronomía* 13(1), 5-13.
- De Castro, R.O; P.A.C. Pedroso y J.C. de Oliveira. 1981. Efeito da adubação foliar como N e P no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. En: Reuniao anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia, 33, 8-15.
- Devarajan, E.; M. Kulasekaran y R. Arumugam. 1991. Studies on foliar nutrition of coffee. *South Indian Horticulture* 39(6), 368-373.
- Freire, F.M.; P.H. Monnerat; R. F. de Novais y J.C.L. Neves. 1981. Nutrição foliar princípios e recomendações. *Informe Agropecuário* 7 (81), 54-58.
- Freire, A.; M. Lacerda; A.Viana y P. Andrade. 1987. Estudo de redução da adubação potássica via solo e fontes de K via folha, em cafeeiros Mundo Novo, implantados em solo de cerrado. En: Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, 14. Rio de Janeiro, Ministério da Indústria e do Comércio-Instituto Brasileiro do Café, 228-231.
- García, A.W.R.; J. M. Pereira; A.R. Salgado y Venga, R.

1983. Estudo da substituição e/ou, complementação de nutrientes (N, P e K) por via foliar. En: Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, 10., Poços de Caldas. Resumos. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 215-220.
- Guzmán, C. y N. Riaño. 1996. Respuesta de plantas de café en etapa de almácigo a la fertilización foliar. *Avances Técnicos Cenicafe* (232), 1- 4.
- Lima, D. M.; E. V. R., Von Pinho; R. L. da Cunha y R. J. Guimarães. 2003. Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade de suas sementes. En: *Ciência e agrotecnologia* 27, 1499-1505.
- Malavolta, E.; H.P., Haag; F.A.F., Mello y M.O.C. Brasil Sobrinho. 1974. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. Livraria Pionera. 727 p.
- Malavolta, E.; G. Vitti y S. de Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, Brasil. 325.
- Marín, H.G.A. 1994. Efecto de diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación foliar de nitrato de potasio (KNO₃) en la producción de café (*Coffea arabica* L.) variedad Colombia. Trabajo de grado, Facultad de Agronomía. 44 p.
- Martins, M.; R., Santinato; A. W. R, Garcia; G.W., Nobre y N. Fioravante. 1980. Adubação foliar suplementar de NPK na formação e produção do cafeeiro. Resumos. En: 8 Congreso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras. Campos do Jordao. Brasil. IBC-GERCA. 333-337.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Second edition. Academic Press, London 889 p.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 594, 3348.
- Oseguera, F. y E., Herrera. 1984. Evaluación en almácigo de café de dos fertilizantes foliares en tres dosis de aplicación bajo condiciones de suelo con y sin fertilizante químico. En: Memorias tercer seminario nacional de investigaciones en café. Instituto Hondureño del Café. 351-561.
- Posada, T. C., y N. W., Osorio. 2003. Respuesta de plántulas de café a la fertilización foliar y la aplicación de pulpa de café compostada. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 56(1), 1839-1848.
- Ramírez, F.; F., Bertsch y L. Mora. 2002. Consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de café Caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración de frutos en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 26(1), 33-42.
- Roa, G.; C. E., Oliveros; J., Álvarez; C. A., Ramírez; J. R. Sanz; M. T., Dávila; J. R., Álvarez; D. A., Zambrano; G. I., Puerta y N. Rodríguez. 1999. Beneficio ecológico del café. Chinchiná (Colombia). *Cenicafe*. 273 p.
- Robinson, J. B. D. y G. S., Harcombe. 1959. Urea sprays in coffee. *Kenya Coffee* 24(286), 407-409.
- Santinato, R.; C. A., Sena; A. A., Silva y R. P., Camargo. 1991. Efeitos de P, Ca e B via foliar no pagamento de florada e frutificação do cafeeiro. En: Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, 17. Varginha. Anais. Brasília: MAA-PROCAFÉ, 89-91p.
- Silva, J. B. S.; S. R., Almeida y J. C., Gonçalves. 1975. Estudo dos efeitos da aplicação de N, P, Mg, Zn, B, e Cu por via foliar em cafezais instalados em solo de cerrado. En: 3 Congreso brasileiro de pesquisas cafeeiras. Seção gráfica do IBC. 302-304
- Swietlik, D. y M., Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. *Horticultural Reviews* 6, 287-355.
- Santos, A. y D. Aguilar. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra* 17(3), 247-255.
- Valencia, G. 1975. Fertilización foliar en almácigos de café. *Avances Técnicos Cenicafe* 49, 1-2.
- _____. 1992. Fertilización de los cafetales. *Avances Técnicos Cenicafe* 175, 1- 5.
- Viana, A. S. 1981. Adubação foliar com macro e micronutrientes em cafeeiros em produção. Resumos. En: 9 Congreso brasileiro de pesquisas cafeeiras. Brasil. IBC-GERCA. 243-246.
- Wójcik, P. 2004. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization (Review). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 12, 201-218.

Fecha de Recepción: 15 de mayo de 2008
 Fecha de Aceptación: 20 de agosto de 2008