
INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE EL ESTADO NUTRICIONAL Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO CAFÉ (*COFFEA ARABICA L.*)

Ana I. Quiroz G.¹, Isabel E. Arrieche L.², Mirna J. Jiménez J¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - Lara (INIA), ²Instituto
Nacional de Investigaciones Agrícolas -Yaracuy.

anaisabelq@hotmail.com

Resumen

El uso inadecuado de fertilizantes en zonas altas cafetaleras del estado Lara, ha repercutido en alteraciones asociadas al equilibrio químico, físico y biológico de los suelos. Este trabajo evaluó el efecto de la aplicación de cuatro abonos orgánicos sobre el estado nutricional y el rendimiento del cultivo café. Se aplicaron cuatro abonos orgánicos producidos en la localidad: Fertipollo, Biofertilizante La Pastora, Humus CB y Capriabono, en un ensayo de campo durante dos años consecutivos. El diseño de experimento fue bloques al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos: Testigo, suelo + Fertipollo (SFP), suelo + Biofer (SBF), suelo + Humus CB (SHCB) y suelo + capriabono (CAPR). Se analizó el contenido de N, P, K, Ca y Mg en tejido foliar y se midió el rendimiento del cultivo en g/planta. Se determinaron las relaciones de equilibrio entre (Ca+Mg)/K, Mg/K en el suelo. Los datos se procesaron con el Programa Statistix para Windows, versión 8 (Statistix, 2003). Los resultados indicaron que las relaciones nutricionales (Ca+Mg)/K y Mg/K no reflejaron una influencia clara en los equilibrios catiónicos del suelo. El tratamiento SFP elevó los nutrientes N y K. El abono orgánico SHCB aumentó los niveles de Ca, y el tratamiento CAPR los contenidos de Mg, en el segundo año de ensayo. El rendimiento mejoró significativamente con la aplicación de los abonos Fertipollo y Humus de lombriz en más de un 50 %.

Palabras clave: abonos orgánicos, nutrientes, tejido foliar, café.

Introducción

El auge desmedido en la utilización de tecnologías de altos insumos en los sistemas de producción cafetaleros y en la mayoría de los casos empleada inadecuadamente, ha dado lugar a una disminución del contenido de la materia orgánica en el suelo y por ende efectos asociados a alteraciones del equilibrio químico, físico y biológico siendo una de las alternativas de recuperación y mantenimiento de dichas propiedades la incorporación de materiales orgánicos al suelo con lo cual se fortalecen y resisten los procesos de degradación al incrementar la fertilidad a través de la mineralización de la materia orgánica [Benedetti *et al.*, (1998)]. Lo anterior ha repercutido en un desequilibrio ecológico manifestado en un desgaste de la capacidad productiva de los ecosistemas, por disminución y agotamiento de la fertilidad del suelo y por problemas asociados a compactación, acidificación, erosión y principalmente por bajos contenidos de materia orgánica [Altieri y Nicholls, (2007)].

El estado nutricional del suelo varía de acuerdo al cultivo, fertilización, y otras prácticas agronómicas. Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos está demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrientes al cultivo y su efecto en el suelo varía según su procedencia, nivel de maduración y manejo entre otros. Los niveles de materia orgánica que contienen estos abonos difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos [Rivero y Paolini, (1994)]. Existen muchos estudios científicos

acerca del cultivo café pero la mayoría se enfoca en mejorar la producción y la productividad, apartando el factor ecológico y ambiental. En el marco de la agricultura sostenible se ha retomado en las últimas décadas el uso de las fuentes orgánicas, debido entre otras al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio que ocasionan por el uso desmedido en los suelos.

Pérez (2008) indica que entre las respuestas obtenidas en experimentos donde se aplicaron fuentes orgánicas, el humus de lombriz y el bocaschi incrementaron la materia orgánica de los suelos, y este último combinado con cal mejoró el pH así como la disponibilidad de fósforo y calcio. Esas prácticas en general mejoraron la fertilidad del suelo, lo que se reflejó en altos rendimientos. Los resultados coinciden con los obtenidos por Reyes (1991), en ensayos en los que se utilizó humus de lombriz y compost, donde se incrementó la disponibilidad del fósforo para la planta debido a la acción solubilizadora de organismos y liberación de ácidos orgánicos por descomposición de residuos. Existen alternativas agroecológicas que permiten ir sustituyendo los insumos químicos para rescatar, mantener y mejorar la fertilidad del suelo. En la actualidad se encuentran fórmulas comerciales de origen orgánico disponibles en el mercado. La producción de café con abonos orgánicos viene a ser la respuesta ante los problemas cada vez mayores de contaminación de fuentes de agua por el uso de abonos nitrogenados, a la disminución de la biodiversidad del cafetal y a las necesidades económicas

de los pequeños y medianos productores quienes son afectados mayormente por la crisis mundial de los precios del café Broyce (1984).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de abonos orgánicos sobre estado nutricional y rendimiento del cultivo café.

Metodología

Se instaló un ensayo en la comunidad cafetalera de Caspo Abajo de la población de Sanare, Municipio Andrés Eloy Blanco, ubicado en la cuenca alta del río Yacambú entre las coordenadas geográficas 09°33'00" LN; y 69°27'00" LO. El área de estudio se encuentra a 950 m.s.n.m., corresponde a una zona de vida de bosque húmedo premontano con una precipitación promedio de 1500 mm al año, (bimodal) distribuida en dos períodos, con temperaturas promedio de 21,9 °C. Los suelos que predominan en la zona pertenecen al órden Inceptisol. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar, en tres repetición y se evaluaron cinco tratamientos; Testigo sin fertilización, suelo + Fertipollo (SFP), suelo+ bioferfertilizante La Pastora (SBF), suelo + Humus CB (SHCB) y suelo + capriabono (CAPR), en un lote experimental de 6000 m² bajo sombra, de la Variedad Caturra con una densidad de siembra de 5000 plantas por ha, en una unidad experimental conformada por nueve plantas, y tres plantas de área efectiva para las evaluaciones y seis plantas de bordura.

Se aplicó una dosis de un kilo y medio por planta de cada fuente fraccionada en dos épocas del año; la primera parte después de la cosecha y la segunda antes

del llenado del grano. En cada parcela experimental se realizaron muestreos de suelos a una profundidad de 0 a 20 cm y en dos fechas (al primer y segundo año), cuando el grano estaba completamente maduro. En el laboratorio se realizaron las determinaciones analíticas de pH, conductividad eléctrica (CE) en extracto acuoso en relación 1:5, materia orgánica (MO) por el Método de Walkely y Black, (1934); fósforo (P) y potasio (K) por el método de Olsen, calcio (Ca) y magnesio (Mg) por el método de Morgan y aluminio intercambiable (Al) por extracción con KCl 0,1M y se aplicó el método de Bouyoucos para determinar la clase textural por distribución de tamaño de partícula (Gilabert et al,2004). Para caracterizar y analizar el estado nutrimental del cultivo se realizaron muestreos foliares después de las dos aplicaciones respectivas (1/2 Kg. por planta) de los abonos orgánicos seleccionados según los tratamientos y en dos épocas del año. Cada muestra foliar constó de cuatro pares de hojas por planta de las ramas centrales o ramas fruteras por cada tratamiento y bloque dentro de la plantación. Se midió el rendimiento del café en los dos años consecutivos dentro de las plantas marcadas para este fin. Los resultados se procesaron con el Programa Statistix para Windows, versión 8 (Statistix, 2003), fueron realizados los análisis de varianza y se aplicó una prueba de medias de Tukey en los tratamientos con diferencias significativas y el valor de probabilidad usado en el estudio fue de 0,05.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis de suelo inicial proveniente de una muestra compuesta tomada en el sitio del ensayo, previa a la aplicación de los abonos muestra que se trata de un suelo extremadamente ácido, con un alto contenido de materia

orgánica, altos valores de fósforo disponible, valores medios de potasio y bajos de calcio y magnesio; el aluminio presente es muy alto, lo cual indica un desequilibrio de elementos en el suelo causante de baja fertilidad (Tabla 1).

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo.

Característica	Resultados
pH	3,6
MO (%)	7,19 (A)
Al (meq/100g)	4,72 A
P (mg.kg ⁻¹)	62 (A)
K (mg.kg ⁻¹)	96 (M)
Ca (mg.kg ⁻¹)	89 (B)
Mg (mg.kg ⁻¹)	18 (B)
Clase Textural (%) (FAa)	Arena: 46,0 Limo: 28,4 Arcilla: 25,6

MO: materia orgánica; P: fósforo; K: potasio; Ca: calcio;
Mg: magnesio; Al: aluminio; FAa; Franco Arcillo arenosa

Las relaciones de equilibrio entre cationes (Ca, K y Mg) son determinantes para que la planta tenga una buena asimilación de nutrientes y esto está estrechamente ligado a la cantidad de potasio y calcio en la solución del suelo [Briceño y Carvajal. (1973)]. En nuestro caso para la relación de (Ca + Mg)/K, los valores están fuera del rango de equilibrio y son bajos. Cabalceta (1992) en un estudio realizado en suelos cafetaleros en donde analizó la corrección de los desequilibrios catiónicos de Ca, Mg y K, confirma que el calcio y el magnesio tienden a disminuir cuando se aumentan las dosis de potasio, es decir que existe un antagonismo entre estos elementos en la solución del suelo. Es por esto que Carvajal (1984) determinó que para

una nutrición equilibrada del café debe aplicarse mayor contenido de Mg que de K.

Para la relación Mg/K los valores se encuentran fuera del rango establecido y son muy bajos en todos los casos. Corresponde con lo reportado por Carvajal, (1985) en suelos cafetaleros con niveles marginales de Mg y la deficiencia de este elemento se acentúa por la adición de altas dosis de K. Asimismo la relación Ca/Mg se ubica dentro del rango ideal de equilibrio en el primer año en todos los tratamientos excepto para el caso donde se aplicó SBF debido a los altos valores de calcio que incorpora la cachaza. En el segundo año, para este tratamiento también se presentan fuertes desequilibrios en la

relación, debido a que bajó mucho el magnesio en el suelo con respecto al año anterior (Tabla 2).

Tabla 2. Relaciones de equilibrio nutricional entre cationes en el suelo

Año	Relación cationes	Testigo	SFP	SBF	SHCB	CAPR
1	$\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$	3,20	1,86	2,57	1,91	3,68
	Mg/K	0,82	0,32	0,37	0,33	0,61
	Ca/Mg	2,93	4,80	5,75	4,70	4,99
2	$\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$	3,24	2,89	5,94	2,45	3,91
	Mg/K	0,86	0,86	0,32	0,44	0,55
	Ca/Mg	2,77	2,36	10,03	4,57	6,11

Valores Referenciales: (Ca + Mg)/K: 10-40; Mg/K: 2,5-15; Ca/Mg; 2-5

En la Tabla 3 se observa el efecto de los tratamientos de los abonos orgánicos sobre los nutrientes absorbidos por la planta y reflejados en el tejido foliar. No se apreciaron cambios significativos en N, P, K, Ca y Mg en el primer año, estos

resultados concuerdan con los arrojados por Benedeti, (1998), al evaluar algunas fuentes orgánicas (compost, humus de lombriz y Bocaschi) en plantación de café no encontró diferencias entre tratamientos.

Tabla 3. Diagnóstico nutricional en tejido foliar por tratamiento y por año.

Año	Nutriente (%)	Testigo	SFP	SBF	SHCB	CAPR
1	N	1,88 a	2,30 a	1,97 a	1,99 a	2,09 a
	P	0,10 a	0,07 a	0,08 a	0,07 a	0,09 a
	K	0,86 a	1,12 a	1,05 a	1,27 a	1,11 a
	Ca	0,93 a	0,91 a	1,07 a	0,82 a	1,00 a
	Mg	0,09 a	0,13 a	0,09 a	0,08 a	0,13 a
2	N	2,12 b	2,65 a	2,41 ab	2,53 ab	2,06 b
	P	0,23 a	0,29 a	0,22 a	0,23 a	0,24 a
	K	0,58 c	1,81 a	1,29 b	1,57 ab	1,22 b
	Ca	1,20abc	1,07bc	0,94 c	1,45 a	1,33ab
	Mg	0,13 c	0,36 ab	0,23 bc	0,34 ab	0,44 a

En el segundo año los valores de nitrógeno se incrementaron en todos los tratamientos ubicándose dentro del rango del valor referencial (Tabla 4), excepto el tratamiento donde se aplicó capriabono

con un valor levemente menor. En este caso se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación al testigo con mejor valor para el abono SFP.

Tabla 4. Contenido nutricional en hojas de Café. Valores de Referencia

ELEMENTO (%)	Valor Referencial	
	I	II
Nitrógeno (N)	2,9	2.5 – 3.5
Fósforo (P)	0,15	0.15 – 0.35
Potasio (K)	1,7	2.0 – 3.0
Calcio (Ca)	1,7	1.0 – 2.2
Magnesio (Mg)	0,24	0.3 – 0.5

I: Malavolta et al, 1989; II: Jones et al, 1991.

El P este año no presentó diferencias entre tratamientos ni con respecto al testigo, sin embargo los valores en todos los casos son mucho más altos que el año anterior, ubicándose todos dentro del rango de referencia (Tabla 4), por lo cual podemos inferir que en un segundo año de aplicación de los abonos orgánicos existe una mineralización del elemento debido a la acción solubilizadora de los microorganismos del suelo y la liberación de ácidos orgánicos por descomposición de residuos, incrementando así la disponibilidad de este nutriente por las plantas Reyes (1991). El K mejora su contenido en todos los tratamientos con respecto al primer año y al testigo, aun cuando estos valores son más bajos que los de referencia, se encontraron diferencias estadísticamente significativas fertipollo (SFP), el que mostró los valores más altos, seguido del humus (SHCB).

El Ca presentó diferencias significativas

con valores mayores para los tratamientos de abonos orgánicos de humus (SHCB) y caprinos (CAPR); para este año los valores en tejido foliar se ubican dentro del rango de referencia para todos los tratamientos. En el caso del Mg también mejoró el contenido del elemento en el tejido con respecto al año 1, encontrándose diferencias significativas entre los mejores abonos, con mejores valores cuando se aplicó Capriabono (CAPR), seguido de Fertipollo (SFP) y del humus (SHCB).

La Figura 1, muestra que el rendimiento del cultivo del café aumentó con todos los tratamientos en ambos años, siendo este incremento estadísticamente significativo en el segundo año con los abonos SFP, SHCB y CAPR, probablemente debido a las mejores condiciones climáticas que hubo en este segundo año, y al efecto residual del año anterior.

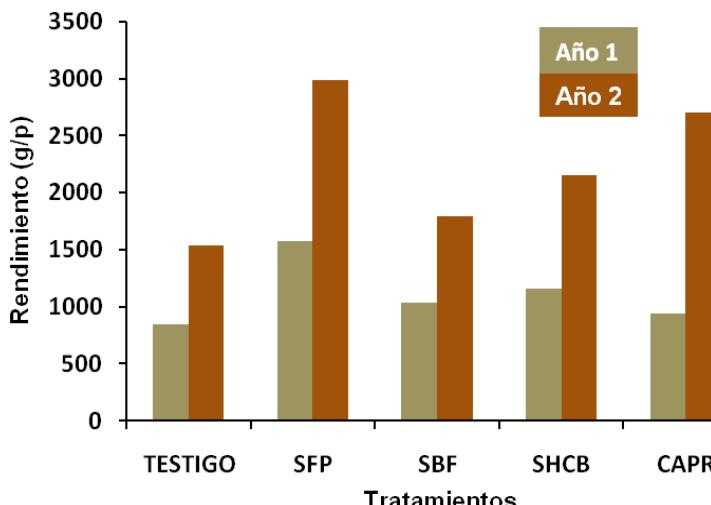


Figura 1. Rendimiento (g/p) en granos de café, por tratamiento en dos años

Conclusiones

Los resultados indicaron que las relaciones nutricionales $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{K}$ y Mg/K no reflejaron una influencia clara en los equilibrios catiónicos del suelo. El contenido de nutrientes N, P, K, Ca y Mg en tejido foliar, aumentó con la aplicación de abonos orgánicos, mejorando sus niveles en el segundo año de estudio.

El rendimiento del cultivo café, aumentó con la aplicación de abonos, en relación al testigo, con una mejor respuesta en el segundo año, por lo que se recomienda continuar con la práctica de fertilización en forma sistemática para reducir el impacto ambiental.

Los abonos orgánicos utilizados suplen las necesidades nutricionales del cultivo café en la zona estudiada.

Agradecimiento

Los autores agradecen a INIA – Lara por el apoyo con el personal técnico y obrero para el desarrollo del ensayo, así como con los vehículos para la movilización. Al INIA- Yaracuy por realizar los análisis de laboratorio, al productor cafetalero Simón Lucena de Caspo Abajo en Sanare por facilitar el trabajo de campo con apoyo de mano de obra y disponibilidad de finca para la instalación del ensayo y a FONACIT por el financiamiento oportuno del Proyecto.

Referencias Bibliográficas

Altieri, M. A. y Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Revista ecosistemas (1). Versión online www.revistaecosistemas.net. [Consulta: Marzo 16, 2012].

- Benedeti, A, Canali, S. y Lianello, L. (1998). La fertilizzazione organica dei suoli. In: I Fertilizzanti Organici. Paolo Segui (Ed.). Italia. Edizioni L'Informatore Agrario. 1-12 p.
- Briceño, J. A. Carvajal, J. F. (1973). El equilibrio entre los metales alcalinos y alcalinotérreos en el suelo asociado con la respuesta del cafeto al potasio. *Turrialba* 23 (1): 56 – 71.
- Broyce, J., Fernández, A., Furst, E. y Segura, O. (1994). Café y Desarrollo Sostenible: Del Cultivo Agroquímico a la Producción Orgánica En Costa Rica. EFUNA.
- Cabalceta, G. (1992). Correcciones de desequilibrio cationico (Ca, Mg, K) en un suelo cafetalero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16(1): 145-152. [Consulta: Marzo 12, 2012].
- Carvajal, J.F. (1985). Potassium nutrition of coffee. In *Potassium in Agriculture*. Ed by R.D. Munson. Madison, Wiss, American Society of Agronomy. p. 955-975.
- Gilabert J., Arrieche I., Bisbal E., Alfonzo N., Navas M., Gómez N., Yanes P. (2004). Manual de métodos y procedimientos de referencia (Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad) 2da. Versión. INIA. Venezuela. (p.p. 88-111).
- Jones B. Jr., Wolf B., Mills H. (1991). Plant analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia. USA. 213p.
- Malavolta, E. (1992). Nutrición mineral del café. In Seminario de fertilización y nutrición del café. Memoria. Guatemala, ANACAFE. P. 27 – 41.
- Pérez, A., Cespedes, C., Núñez P. (2008). caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana. *Journal Soil Science Plant Nutri.* Vol. 8 (3), pp: 10-29.
- Reyes de Y. (1991). Dinámica del fósforo y aislamiento de algunos microorganismos en mezcla pulpa de café – roca fosfórica. *Rev. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.* (17): 397 – 408.
- Rivero, C y Paolini, J. (1994). Efecto de la incorporación de residuos orgánicos sobre algunas propiedades químicas de dos suelos de Venezuela. *Revista Venesuelos* 3(1): 24 – 30.
- STATISTIX. (2003). STATISTIX for Windows version 8.0. User's Manual. Analytical Software. Tallahassee, FL, USA.
- Walkley A. and Black A.. (1934). An examination of the method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.