

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA CALIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS CACAOTEROS Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS EN VIVERO.

María A. Ormeño D.¹ y **Adrián Ovalle**¹.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA– Mérida. Av. Urdaneta, edif. INIA. Apartado 425. Mérida, mormeno@inia.gob.ve; ovalleadrian@gmail.com.

RESUMEN

Se estableció un bioensayo a nivel de vivero en el Fundo Zamorano El Chama, Municipio Alberto Adriani, Mérida, con el fin de evaluar el efecto de diferentes tipos de abonos orgánicos en la calidad de los suelos y el crecimiento de las plántulas de cacao. Un testigo y 8 tratamientos, con 4 réplicas cada uno. Testigo sin abonos, Té de Estiércol (10, 20 y 30%), Té de Compost (10, 20 y 30%), Humus Líquido de Lombriz y Compost de Cacao (50%). Los abonos líquidos se aplicaron mensualmente. Al cuarto mes se evaluaron las características químicas del suelo por tratamiento. Todos los tratamientos mejoraron el pH (5,7 a 6,9), el contenido de materia orgánica (28 a 43 g kg⁻¹), de fósforo (25 a 1624 mg kg⁻¹) y la relación carbono/nitrógeno (11,4 a 15,1). El mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de cacao fue el Té de Estiércol (20%), por presentar las mismas, buena altura total y mejor desarrollo radicular, lo que le da mejores condiciones a las plantas para el trasplante en campo.

Palabras claves: cacao, abonos orgánicos, calidad del suelo, Municipio Alberto Adriani.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela las plantaciones de cacao habían sido manejadas con pocas prácticas agronómicas, aprovechando las características de los sistemas agrícolas cacaoteros (uso de reciclaje de nutrientes producto de la descomposición de los restos vegetales de los diferentes estratos de vegetación dentro de las plantaciones), sin embargo, por el bajo precio de venta del cacao, la entrada en el país de enfermedades fungosas como la monilia (*Moniliophthora roreri*) que rápidamente se extendió por todo el occidente del país, bajando significativamente la producción de cacao, y la falta de aplicación de prácticas agronómicas, los productores fueron abandonando las plantaciones de cacao o eliminándolas para sustituirlos por otros usos. En los últimos años el Estado venezolano con el fin de lograr la Soberanía Agroalimentaria, impulsa los rubros que en el siglo pasado fueron importantes para la economía nacional como el café y el cacao. Es por esto, que además de impulsar y rescatar las plantaciones improductivas de cacao, el Estado desarrolla proyectos de investigación en el área agroecológica, con el fin de rescatar y mejorar la producción nacional de cacao. La mayoría de las plantaciones de cacao del estado Mérida ubicadas en el pie de monte andino y en zonas más elevadas se encuentran en suelos ácidos y pobres de nutrientes, así como bajos en materia orgánica, lo cual también es común en las zonas planas. Para ello el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) desarrolla proyectos en el área de mejoramiento de suelos con el uso de abonos orgánicos, así como el incremento de la producción de cacao, tanto para las nuevas plantaciones como para las de

recuperación. Con lo cual este estudio busca validar diferentes tipos de abonos orgánicos elaborados por los mismos productores con insumos locales, a la vez de evaluar las dosis de aplicación y su efecto en la calidad de los suelos y el crecimiento de las plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento: El bioensayo se estableció en la parcela de la Cooperativa Pan y Amor, Fundo Zamorano El Chama, sector Caño Balza, Municipio Alberto Adriani, Mérida, ubicada a 82 m.s.n.m. Los suelos son aluviales, con texturas livianas (Fa), pH fuertemente ácidos (5,2), bajo contenido de nutrientes (fósforo menos de 7 mg kg⁻¹, calcio menos de 200 mg kg⁻¹) y materia orgánica (7 g kg⁻¹). Presenta temperaturas mínimas promedio anuales de 23°C, máximas promedios anuales de 33,4°C y precipitación promedio anual de 1.824 mm (MPPD, 2009).

Para el establecimiento del bioensayo se usaron bolsas de vivero de 1 kg y como sustrato el suelo de la parcela por ser de textura franco arenosa (Fa). Se realizaron los análisis de rutina de suelo para conocer las características físico-químicas del suelo utilizado como sustrato y de las muestras de suelo de cada tratamiento una vez aplicados los abonos, donde se determinó el contenido de Nitrógeno Total (Microkjeldhal), el contenido de Carbono Orgánico (Walkley & Black), Bases Intercambiables (Acetato de Amonio, 1N, pH 7), pH (suspensión 1:2), Textura (Bouyoucos), Conductividad Eléctrica (conductímetro relación 2:1) (UCV, 1993) y fósforo (Bray y Kurtz N° 2), en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Geografía de la Universidad de Los Andes (ULA). También se realizó un análisis fitosanitario del suelo utilizado como sustrato para el descarte de patógenos en el Laboratorio de Fitopatología del INIA Mérida.

Se estableció un testigo y 8 tratamientos, con 4 réplicas de 25 plántulas de cacao (híbrido San Juan) cada uno para un total de 100 plantas por tratamiento. El testigo (sustrato sin aplicación de abonos, T4), Té de Estiércol 30% (T1), Té de estiércol 20% (T2), Té de Estiércol 10% (T3), Humus Líquido de Lombriz (elaborado por los productores) 7% (T5), Compost (cáscaras de cacao) 50% más Humus de Lombriz 7% (T6), Té de Compost 30% (T7), Té de Compost 10% (T8) y Té de Compost 20% (T9). También se aplicó el hongo benéfico *Trichoderma harzarium* en el momento de la siembra y al mes de la siembra a todos los tratamientos. Los abonos líquidos se comenzaron a aplicar cuando las plántulas habían alcanzado una altura de 10 cm., se aplicó 100 mL/planta de cada abono líquido, una vez por mes por 4 meses. Se analizaron las características químicas de cada abono utilizado. Se realizó conteo de germinación, se midieron las plántulas (altura total y número de hojas), todos los meses. A los 4 meses y medio, se evaluaron las características químicas de los suelos, tomando una muestra compuesta de suelo por cada tratamiento.

Para la evaluación del crecimiento de las plántulas de cacao se sacaron cuidadosamente las plántulas de las bolsas por tratamiento. Se midió: altura total (ALT) de la planta; número total de hojas (NHOJAS); diámetro del tallo a los 5 cm. del cuello de la planta (DTALLO); diámetro de la raíz principal tomado a los 5 cm. desde el cuello de la planta (DRAÍZ); longitud máxima de la raíz principal (LRAÍZ); número de raíces secundarias (NRAÍZ). La altura se midió con una cinta métrica y los diámetros con vernier digital. (Ormeño, 2009).

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statistix 7.0 (comparación de medias de Tukey, análisis de varianza y correlación de Pearson).

Preparación de Té de Estiércol: Se utiliza una pipa plástica de 200 L a la cual se agregan 50 kg de estiércol de bovino semisólido, se completa con agua, se revuelve y se tapa. Se revuelve todos los días. El té estará listo cuando huelga a tierra húmeda y tome un color marrón oscuro. Según el sitio éste demora un mes (zonas bajas y calientes) o dos meses (zonas altas y más frías). Se coloca bajo sombra y cerca del sitio de aplicación del abono (Ormeño et al., 2007).

Preparación de Té de Compost: En una pipa plástica de 200 L se agregan 50 kg de estiércol de ganado vacuno (semisólido) más un litro de melaza y uno de suero de leche. Se completa con agua, se revuelve todos los días. Al décimo día se agrega un litro de melaza y uno de suero y se revuelve. Está listo cuando huele a tierra húmeda y alcanza un color marrón oscuro. Debe estar bajo sombra. Tarda un poco más en estar listo que el anterior (Ormeño et al., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de las características químicas de los diferentes abonos orgánicos utilizados en este ensayo se muestran en el cuadro 1. En donde se observa que el pH presenta valores más elevados que el suelo utilizado como sustrato (testigo, T4) (cuadro 2). El Humus de Lombriz líquido utilizado fue el preparado por los productores cuyo valor de pH (9,5) no es deseable, lo que indica que el humus no estaba maduro, sin embargo, al utilizar abonos producidos por los mismos productores se debe considerar que éstos no mantienen un patrón de calidad, pues por lo general, los productores artesanales no siguen una metodología estándar para la preparación de los mismos, lo que debe ser considerado como variable. En tal sentido se hace necesario estandarizar los métodos de elaboración de los abonos orgánicos. También se observa el contenido de macroelementos expresados en ppm (mg/kg) de los abonos líquidos utilizados. Cabe destacar que las características químicas del té de estiércol no presentan variaciones considerables dependiendo del tipo de pasto que consuman los bovinos (pastos nativos, pastos mejorados o mezclas), ni de la raza de los animales (puras o mestizas), ni del piso altitudinal en el cual fue elaborado. Sin embargo, si determina sus características químicas el material parental que dio origen a los suelos donde crecen los pastos que consumen los bovinos o si éstos fueron alimentados con complementos proteicos provenientes de un banco de proteínas (leucaena) (Ormeño, 2010).

Cuadro 1: Características químicas de los abonos orgánicos utilizados.

Abono	pH 1:2	N (%)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)
Humus de Lombriz	9,5	0,003	352	250	18708	3023	714
Té Compost	5,4	0,03	4519	32813	1697	22874	13650
Té Estiércol	6,5	0,02	669	16406	1240	2000	280

En el cuadro 2 se muestran los resultados de los suelos una vez aplicados los diferentes tratamientos (abonos orgánicos), en los cuales se aprecia que todos los tratamientos subieron el pH del suelo (5,7 a 8,2), el contenido de materia orgánica (28 a 43 g kg⁻¹), de fósforo (25 a 1624 mg kg⁻¹) y la relación carbono/nitrógeno (11,4 a 15,1), si se comparan con los valores iniciales del suelo utilizado como sustrato (T4). En este caso se infiere que el aporte de calcio y magnesio de los abonos orgánicos mejoró el pH del suelo. Estos resultados coinciden con lo reportado por CORPOICA (2002). Meléndez y Soto (2003) señalan que los abonos crudos o en proceso de compostaje aportan más nutrientes en el corto plazo que los compost terminados, además de incorporar una población microbiana diversa para continuar con el proceso de descomposición en el campo. El tratamiento T6 (compost más humus líquido de lombriz) fue el que presentó mejores valores en contenido de materia orgánica (42,6 g kg⁻¹), sin embargo, por presentar pH alcalino, el 90% de las plántulas de cacao no sobrevivieron a las evaluaciones realizadas al cuarto mes, lo que debe ser considerado al momento de utilizarlos como alternativa de aportes de nutrientes para las plantas. Así como asegurarse de que tanto el compost como el humus líquido de lombriz estén maduros antes de aplicar a las plantas de cacao, sobre todo cuando éstas están en estado juvenil o utilizar menor porcentaje de compost (<50%) en la mezcla del sustrato para vivero.

La mayoría de los suelos del estado Mérida son ácidos (pH < 5,5) y pobres en el contenido de nutrientes. Los productores poco aplican fertilizantes químicos y cuando lo hacen por lo general aplican urea. El uso de fertilizantes nitrogenados como la urea ayuda a remover el Calcio (Ca) y en menor grado el Magnesio (Mg) lo que hace necesario aplicar cal para mejorar el pH (Wyrley-Birch, 1987 citado por IFA, 1992), sin embargo, visto los resultados obtenidos, la aplicación de los diferentes abonos orgánicos no sólo aportan Ca y Mg, sino otros nutrientes como fósforo (P), potasio (K) y nitrógeno (N), además de mejorar el contenido de carbono orgánico. Por otro lado, todos los cultivos extraen nutrientes del suelo por lo que es necesario reponerlos para mantener o mejorar la producción, sin embargo, los suelos donde se produce el cacao merideño son por naturaleza pobres de nutrientes y ácidos y aunque en el agroecosistema cacao se mantenga un reciclaje de nutrientes, éste no podrá mejorar el contenido nutricional de esos suelos, pues es un reciclaje del mismo sistema. La aplicación de abonos orgánicos como elementos externos al sistema si puede mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la calidad de esos suelos que a futuro, servirá para obtener una mayor producción de cacao.

CORPOICA (2000) señala que en viveros de cacao la mayor cantidad de elementos extraídos está relacionado con el potasio (K), nitrógeno (N) y calcio (Ca), lo cual se mantiene para la edad productiva.

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable altura total de la planta, presentando los mejores valores el T3, T2 y T1 (cuadro 3), los cuales no se diferenciaron estadísticamente, sin embargo, el contenido de raíces secundarias resultó muy escaso en T1. Hubo correlaciones positivas significativas entre Altura Total de la Planta y Longitud de la raíz, N° de Raíces y N° de hojas. Los resultados arrojaron que el mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de cacao fue el T2.

Cuadro 2: Características químicas de los suelos después de aplicar los abonos orgánicos (T1 al T9).

Tratamiento	pH 1:2	N (%)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	MO (%)	C (%)	C/N
T1	6,8	0,15	1464	230	137	9	46,9	3,56	2,06	13,73
T2	6,9	0,15	1382	205	160	7	476	2,97	1,72	11,47
T3	6,4	0,13	1378	205	160	7	21,7	3,39	1,97	15,15
T4	5,3	0,11	62	19,2	90	7	6,8	1,06	0,62	5,63
T5	5,9	0,13	722	158	183	9	448,0	3,05	1,77	13,62
T6	8,2	0,19	838	479	2238	9	1624,0	4,23	2,45	12,89
T7	5,9	0,15	692	178	218	7	53,2	2,80	1,62	10,80
T8	5,7	0,15	454	167	206	7	25,2	3,72	2,16	14,40
T9	6,2	0,13	694	186	94	7	588,0	3,05	1,77	13,62

Cuadro 3: Resultado de análisis estadístico por tratamiento en las mediciones de plántulas de cacao

Tratamiento	ALT	NHOJA	DTALLO	LRAÍZ	NRAÍZ	DRAÍZ
T1	21,7 abc	10,5 a	4,7 a	15,5 ab	17 c	2,5 a
T2	24,5 ab	10,7 a	2,2 b	16,2 a	30 a	2,2 a
T3	25,0 a	11,7 a	4,7 a	16,2 a	19 bc	1,7 a
T4	20,7 bcd	9,2 a	5,2 a	14,5 abc	27 ab	2,7 a
T5	20,0 cd	10,0 a	5,0 a	12,2 bcd	20 bc	3,2 a
T7	19,7 cde	10,2 a	5,0 a	10,7 d	11 c	2,2 a
T8	17,2 de	9,7 a	5,0 a	11,7 cd	18 c	3,2 a
T9	15,7 e	10,0 a	4,2 a	10,2 d	12 c	2,2 a

Prueba de Tukey (comparación de medias), $P \leq 0,05$, letras diferentes indican diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La aplicación de abonos orgánicos es una forma de aplicar nutrientes para las plantas y mejorar la calidad química de los suelos. Todos los tratamientos mejoraron las características químicas evaluadas de los suelos, sin embargo, también se debe considerar el efecto de la aplicación de los abonos sobre el crecimiento de las plantas, para lo cual el mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de cacao fue el Té de Estiércol (20%), por presentar buena altura total y mejor desarrollo radicular, lo que le da mejores condiciones a las plantas para el transplante en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2000. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Bucaramanga, CO. Impresores Colombianos. p. 33-35.

- -----, 2002. Proyecto Desarrollo de una agricultura orgánica para el cultivo de cacao en Santander. Convenio 981681229, Informe Final. Bucaramanga, CO. 35 p.
- IFA (International Fertilizer Industry Association, FR). 1992. IFA World fertilizer use manual. Paris, FR. p. 520-531.
- MPPD (Ministerio del Poder Popular para la Defensa, VE), Servicio de Meteorología de la Aviación (en línea). Maracay, VE. Consultado 19 ago. 2009. Disponible en <http://www.meteorologia.mil.ve/siafavm/frontend/>.
- Meléndez, G. y G. Soto. 2003. Indicadores químicos de la calidad de abonos orgánicos. *In* Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. San José, CR. p. 50-63.
- Ormeño D., María A. y A. Ovalle. 2007. Preparación y aplicación de abonos orgánicos. *Revista INIA Divulga* no. 10. Enero-Diciembre 2007:29-34.
- Ormeño D., María A. 2009. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao*). En: Reunión Anual de la Sociedad Interamericana para la Horticultura Tropical (55, 2009, Barquisimeto, VE). Memorias. Barquisimeto, VE.
- -----, 2010. Informe final Mérida 2006-2009 Proyecto Ruta del Chocolate código N° 200500898, subproyecto 04: Desarrollo de un referencial tecnológico para la producción de cacao orgánico y aprovechamiento de la biodiversidad presentes en fincas cacaoteras de los estados Aragua, Carabobo, Mérida, Miranda, Táchira, Zulia y Sucre en aras de un desarrollo endógeno y aprovechamiento integral del bosque cacaotero. Mérida, VE, INIA. 138 p.
- Universidad Central de Venezuela (UCV). 1993. Métodos de análisis de suelos y plantas utilizados en el laboratorio general del Instituto de Edafología. Instituto de Edafología, Cuadernos Agronomía, año 1, no 6, noviembre 1993. Maracay (Venezuela). 89 p.