

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Respuesta productiva de *Glycine max* a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelo Pardo Sialítico

Productive response of *Glycine max* to different doses of organic fertilizers in Cambisol soil

Martha Geisa Travieso Torres¹, Tania Lambert García¹, Yoannia Gretel Pupo Blanco¹, Luis Antonio Tamayo López¹, Ricardo Gómez Machado¹, Willian Rubén Galindo jaguaco² y Elio Lescay Batista³

¹Universidad de Granma (UDG), Carretera a Manzanillo Km/17 Peralejo - Apartado 21 - Bayamo M. N. Código Postal 85149 - Granma - Cuba).

²Universidad Técnica de Cotopaxi, Barrio el Ejido, Cantón Latacunda, Provincia Cotopaxi, Ecuador. Teléfonos: 2810-296/2813-157 Extension 139-156 Fax 593(03) 2810-295.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) "Jorge Dimitrov", Carretera Bayamo-Manzanillo km 16 ½, gaveta postal 2140. Código postal 85 100. Bayamo. Granma. Cuba

E-mail: mtraviesot@udg.co.cu

RESUMEN

Para conocer los efectos de diferentes dosis de humus de lombriz y estiércol vacuno sobre los principales indicadores del rendimiento del cultivo de la soya, *Glycine max* (L.) Merrill, variedad Incasoy-27, se desarrolló un experimento en la época de primavera (abril-julio del 2012) en un suelo Pardo Sialítico del municipio Bayamo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y 7 tratamientos (las dosis de 2, 4 y 6 t ha⁻¹ de humus de lombriz; 20; 40 y 60 t ha⁻¹ de estiércol vacuno y un control absoluto sin aplicación de abonos). En madurez de cosecha se tomó una muestra de 10 plantas por parcela y se evaluaron los indicadores: número de vainas por planta, número de semillas por planta, peso de 100 semillas (g) y se estimó el rendimiento agrícola (t ha⁻¹). Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación doble y, en caso de diferencia significativa entre tratamientos, se empleó la prueba de Tukey para p ≤ 0,05 en la comparación de las medias. Los resultados mostraron un efecto positivo de las diferentes dosis de ambos abonos aplicados, reflejado en el rendimiento y sus componentes, destacándose el humus de lombriz en la dosis de 6 t ha⁻¹ con incrementos del rendimiento respecto al control de 1,77 t ha⁻¹.

Palabras clave: estiércol vacuno, humus de lombriz, soya

ABSTRACT

To know the effects of different doses of earthworm humus and bovine manure on the main performance indicators of the soybean crop, *Glycine max* (L.) Merrill, variety Incasoy-27, an experiment was developed in the spring season (April -July 2012) on a Cambisol soil of the Bayamo municipality. In harvest maturity a sample of 10 plants per plot was taken and were evaluated the following indicators: number of pods per plant, number of grains per plant, weight of 100 seeds (g) and agricultural yield was estimated (t ha⁻¹). The data were processed by analysis of variance of

double classification and, in case of significant difference between treatments; the Tukey test was used for $p \leq 0.05$ in the comparison of the means. The results showed a positive effect of the different doses of both fertilizers applied, reflected in the yield and its components, highlighting the earthworm humus in the dose of 6 t ha^{-1} with increases of the yield of 1.77 t ha^{-1} respect to the control.

Keywords: bovine manure, worm humus, soybean

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill), es uno de los cultivos de mayor importancia económica a nivel mundial, debido a su alto contenido de aceite y proteínas en sus semillas, por lo que es útil para fines alimenticios e industriales (Ismael y Antar, 2014).

En Cuba se desarrollan acciones muy importantes para introducir y desarrollar el cultivo de la soya a todos los niveles, para lo cual es fundamental la búsqueda de variedades y tecnologías apropiadas para las diferentes épocas del año (Romero *et al.*, 2013 y Meriño *et al.*, 2015). Este cultivo, como todos los demás, requiere absorber una importante cantidad de nutrientes para su crecimiento y rendimiento. Se ha demostrado que la soya cosechada en la etapa de grano maduro extrae cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio capaces de agotar y empobrecer los suelos, por lo que se hace necesario suministrar nutrientes para obtener buenos rendimientos (Peticari *et al.*, 2004).

Una alternativa viable y ambientalmente segura que permite obtener producciones sustentables de los cultivos lo constituye el empleo de los abonos orgánicos (Boudet *et al.*, 2015). Estos fertilizantes garantizan la disminución o eliminación de los fertilizantes químicos, recuperan la fertilidad del suelo pues incrementan la flora microbiana que poseen, la cual realiza una importante labor al descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en

minerales, que pueden ser asimilados por las plantas durante su ciclo productivo (Cuesta, 2002) Sin embargo, en Cuba no resulta muy extendida la fertilización orgánica en el cultivo de la soya.

Este trabajo se realizó con el objetivo de estudiar la respuesta productiva del cultivo de la soya a la aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz y estiércol vacuno.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el período abril-julio del 2012, en áreas del Departamento Docente-Productivo de la Universidad de Granma sobre un suelo Pardo Sialítico (Hernández *et al.*, 1999) cuyas propiedades (Tabla 1) fueron determinadas a partir de la toma de muestras del mismo a una profundidad de 20 cm a las que se le realizaron análisis químicos en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes (LPSF) de Bayamo, Granma, y análisis de propiedades físicas en el Laboratorio de Suelos de la UDG.

Se emplearon semillas certificadas de la variedad Incasoy-27 con unos 95 % de germinación procedentes del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". La preparación del suelo se realizó con tracción animal a una profundidad de 30 cm. Los abonos orgánicos (humus de lombriz y estiércol vacuno) de

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del suelo Pardo Sialítico

Da	Dr	Pt	IP	pH H ₂ O	MO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	K	CCB
g cm ⁻³		%			%	mg.100 g suelo		cmol kg ⁻¹				
1,15	2,30	52	30	7,97	3,66	1,75	10,0	34,83	10,77	0,66	0,78	47,04

Leyenda: **Da:** densidad aparente; **Dr:** densidad real; **Pt:** porosidad total; **IP:** índice plástico; **MO:** materia orgánica; **CCB:** capacidad de cambio de bases; **P₂O₅** y **K₂O:** fósforo y potasio asimilables.

*Los métodos empleados fueron los establecidos actualmente por los laboratorios provinciales de suelos del Ministerio de la Agricultura (Minag) en Cuba.

Tabla 2. Características de los abonos orgánicos

Abonos	MO %	pH	N	P	K %	Cl	C	C/N
Humus de lombriz	49,05	7,27	2,01	0,92	0,38	0,18	28,45	14,15
Estiércol vacuno	55,80	7,77	1,98	0,22	1,54	0,55	32,26	16,34

*Para la caracterización se emplearon los métodos establecidos actualmente por los laboratorios provinciales de suelos del Minag en Cuba.

producción local, caracterizados también en el LPSF (Tabla 2), se aplicaron un día antes de la siembra de forma localizada (en bandas sobre el camellón), mezclándose con el suelo según los tratamientos

Tratamientos

Se emplearon los siguientes tratamientos:

1. Humus de lombriz (2 t ha⁻¹).
1. Humus de lombriz (4 t ha⁻¹).
1. Humus de lombriz (6 t ha⁻¹).
1. Estiércol vacuno (20 t ha⁻¹).
1. Estiércol vacuno (40 t ha⁻¹).
1. Estiércol vacuno (60 t ha⁻¹).
1. Control (Sin aplicación de abono).

Los tratamientos fueron distribuidos sobre la base de un diseño en bloques al azar con tres réplicas distribuidos en 21 parcelas de 1,80 m de largo x 1,80 m de ancho; la distancia entre parcelas fue de 0,50 m y entre bloques de 0,80 m. El área experimental total fue de 109,20 m².

Las precipitaciones de 123,5 mm en la etapa de desarrollo del cultivo y cinco riegos realizados de forma manual garantizaron la humedad necesaria para la plantación, mientras que la temperatura y la humedad relativa media presentaron valores de 19,75 °C y 76,75 % respectivamente, considerándose valores apropiados para la soya. Se mantuvo limpio el cultivo de plantas arvenses de forma manual. Se cosechó en el momento óptimo, de forma manual, a un 18 % de humedad del grano ajustándose al 12 % de humedad para todos los cálculos.

Al momento de la cosecha (96 días después de la siembra) se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas de la fila central de cada parcela a las que se le evaluaron, individualmente a cada planta de la muestra, las variables Cantidad de legumbres y Cantidad de semillas.

Para la determinación de la masa de 100 semillas (g) se prepararon 10 muestras de 100

semillas cada una en cada tratamiento y se determinó en balanza analítica Sartorius (China).

El rendimiento agrícola (t ha⁻¹): se calculó a partir de la masa de las semillas por planta en cada parcela y considerando el número total de plantas en una hectárea, se expresó en t ha⁻¹.

Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación doble empleando el paquete estadístico profesional STATISTICA versión 8.0 para Windows. Se empleó la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$ para discriminar diferencias entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de rendimiento (Tabla 3) tuvieron una mejor respuesta en la medida que se incrementaron las dosis de ambos abonos y resultaron estadísticamente superiores al control. El mejor resultado se obtuvo con la mayor dosis de humus de lombriz (6 t ha⁻¹) con la que se alcanzaron 63,74 vainas por planta; 113,20 semillas por planta y una masa de 19 g por cada 100 semillas. Le sigue en orden de calidad el tratamiento correspondiente a la aplicación de 60 t ha⁻¹ de estiércol vacuno.

La aplicación de 4 t ha⁻¹ de humus y 40 t ha⁻¹ de estiércol vacuno fueron estadísticamente diferentes con el resto de los tratamientos, aunque sin diferencias significativas entre ellos; comportamiento similar al anterior se aprecia con la aplicación de las menores dosis de ambos abonos (2 t ha⁻¹ de humus y 20 t ha⁻¹ de estiércol).

Los resultados alcanzados pueden deberse al efecto positivo de los abonos en el suelo utilizado. Por las características mostradas en la Tabla 1 y según Mesa y Naranjo (1984), posee un contenido medio de materia orgánica y bajos valores de fósforo y potasio asimilables, es muy plástico y presenta una ligera compactación. Al aplicar a este suelo el humus de lombriz y estiércol vacuno caracterizados (Tabla 2) por un alto contenido de materia orgánica 49,05

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en parámetros productivos de la soya

Tratamientos	Número de legumbres por planta	Número de semillas por planta	Peso de 100 semillas (g)
1. Humus de lombriz (2 t ha ⁻¹)	38,07 ^d	81,37 ^d	13,73 ^{de}
2. Humus de lombriz (4 t ha ⁻¹)	43,59 ^c	91,22 ^c	15,44 ^c
3. Humus de lombriz (6 t ha ⁻¹)	63,74 ^a	113,20 ^a	19,00 ^a
4. Estiércol vacuno (20 t ha ⁻¹)	35,01 ^d	77,03 ^d	13,00 ^e
5. Estiércol vacuno (40 t ha ⁻¹)	42,12 ^c	86,83 ^c	15,00 ^{cd}
6. Estiércol vacuno (60 t ha ⁻¹)	52,52 ^b	103,56 ^b	17,27 ^b
7. Control absoluto	29,15 ^e	59,21 ^e	10,33 ^f
Error Estandar	1,46	2,56	0,29

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey

y 55,80 % respectivamente con adecuada relación C/N (Qian y Schoenan, 2002 y Martín y Durán, 2011), se favorecen los procesos humificación-mineralización y el aporte de nutrientes potencialmente disponibles (macro y microelementos), se mejora la actividad biológica del suelo, con mayor estimulación de la absorción de elementos nutrientes y mejor nutrición de la planta, lo cual conduce al incremento del número de vainas, semillas por planta y el peso de 100 semillas.

Los materiales orgánicos aplicados además del aporte de materia orgánica al suelo contribuyen a mejorar la fertilidad física de éste, con tendencia a la disminución de la compactación e incremento del espacio poroso y cambios favorables de la estructura del suelo, lo cual se traduce en mayor aireación y retención de humedad, favoreciendo el desarrollo del sistema radicular y mayor productividad de la planta (Travieso *et al* 2012). Estos autores demostraron que al aplicar abono orgánico en un suelo Fluvisol de Granma se logró incrementar la humedad y porosidad total del suelo, así como la disminución de su densidad aparente e incremento del rendimiento del cultivo del plátano (*Musa spp*).

Según informes de la FAO (2011), los fertilizantes de origen orgánico, actúan incrementando las condiciones nutritivas del suelo pero también mejoran su condición física, con aportes de materia orgánica, bacterias

beneficiosas y en ocasiones hormonas. Parece indicar que el efecto de estos abonos se va incrementando en el tiempo a medida que mejoran las propiedades físicas del suelo, lo cual permite una liberación efectiva de los nutrientes que poco a poco son absorbidos por el vegetal.

Una influencia positiva en el incremento del número de vainas por planta de la variedad Incasoy-24, producto de la aplicación de 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz encontró Espinosa (2013) que logró un promedio de 47,42. En este trabajo se supera este resultado con la aplicación de una dosis de 6 t ha⁻¹ de este mismo abono, con la cual se alcanzó un total de 67,74 vainas por planta. Autores como Meriño *et al.* (2015) afirman que el número de vainas constituye uno de los elementos importantes a tener en cuenta en el rendimiento de la soya.

Otro indicador que se vio favorecido por la fertilización fue la masa de 100 semillas, la cual tuvo similar tendencia a la variable anterior, con mejor respuesta a la mayor dosis de humus aplicada. Referido al número de semillas por planta, los tratamientos 2; 3 y 6, superaron el valor promedio obtenido por Molinet *et al.* (2015) empleando la variedad Incasoy-27 en un suelo Fluvisol de Granma en época de primavera y sin fertilización, donde se alcanzaron 87,3 semillas por planta. Estos resultados evidencian la importancia de la fertilización de un cultivo como la soya caracterizado por una alta extracción de nutrientes del suelo.

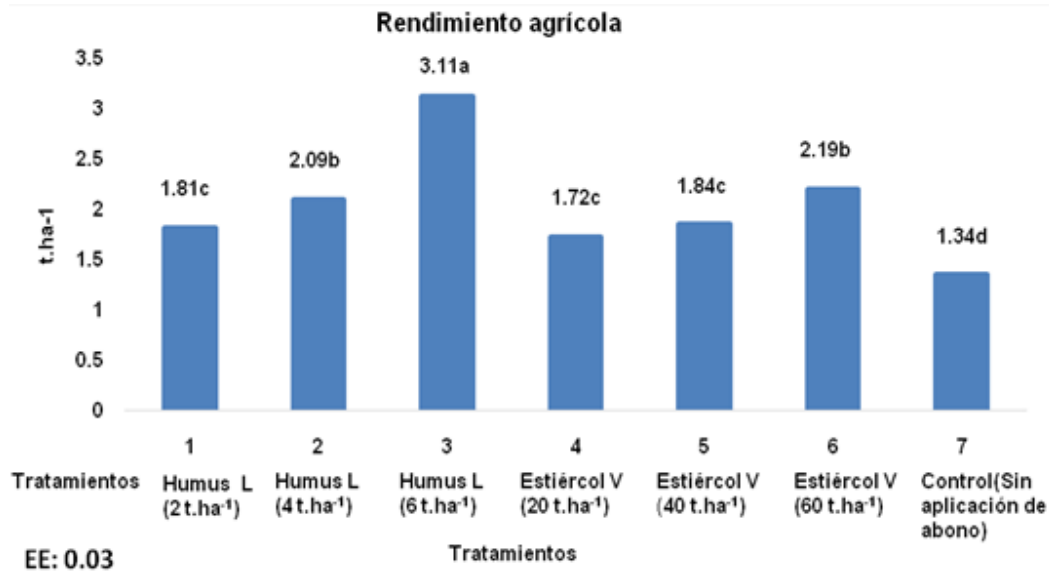


Figura 1. Influencia de los tratamientos en el rendimiento agrícola de la soya
Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey

La Figura 1 muestra que el mayor rendimiento obtenido por el cultivo fue logrado con el tratamiento 3 que alcanzó $3,11 \text{ t ha}^{-1}$, superior estadísticamente a los demás tratamientos; cabe destacar además la superioridad de todas las dosis empleadas de los abonos con relación al control.

Lo obtenido puede explicarse entre otras razones por el incremento de los elementos primarios en el suelo, donde el fósforo juega un rol fundamental y ha sido evaluado por algunos autores como el elemento principal en el crecimiento vegetativo y producción de altos rendimientos de la soya (Socorro y Martín, 1989).

El fósforo, juega un papel vital en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta, participa en la división celular y crecimiento, es parte de la estructura química del ADP y ATP, que constituyen la fuente de energía que impulsa una multitud de reacciones y procesos químicos dentro de la planta como la fotosíntesis, floración y fructificación (Martín y Durán, 2011); en las leguminosas la formación de nódulos, el crecimiento de las bacterias y la Fijación Simbiótica del Nitrógeno, son procesos que dependen de la energía suministrada por los azúcares, la cual depende de compuestos fosforados (García *et al.* 2009).

La supremacía en la disponibilidad del fósforo del humus de lombriz (1,92%) con respecto al estiércol (0,22 %) puede explicar la superioridad del primero, sobre todo en su mayor dosis;

el humus de lombriz por otra parte, resultó el abono de mayor aporte de nitrógeno asimilable al suelo.

Las propiedades atribuidas al humus de lombriz como fertilizante orgánico fueron resaltadas por Peña (2009) y Rodríguez *et al.* (2011), que consideran este fertilizante un bioregulador y corrector del suelo, cuya característica fundamental es la bioestabilidad, además es un material rico en materia orgánica y sales minerales fácilmente absorbidas por las plantas, que actúa como mejorador del suelo, elevando su productividad.

El desarrollo radicular de la planta con aporte de enmiendas húmicas es enorme y esto hace que el desarrollo de la planta sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos y agua, se incrementa la fijación de carbono en el suelo, se recupera el contenido de materia orgánica en el mismo lo cual se traduce en mayor producción (Andres 2013). Los resultados obtenidos corroboran lo planteado por algunos autores como Zamora y Abdou (2007) y Romero *et al.* (2013), que reportaron rendimientos de la soya en Cuba en un rango de 1 hasta 3 t ha^{-1} .

CONCLUSIONES

El cultivo de la soya respondió favorablemente a las diferentes dosis de los abonos orgánicos aplicados, con incrementos en todos los indicadores evaluados. El mejor resultado

se obtuvo con una dosis de 6 t ha⁻¹ de humus de lombriz, con un incremento de 1,77 t ha⁻¹ respecto al control.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRES, M. 2013. Abonos orgánicos y su preparación. Cultura Orgánica. En sitio web (<http://www.culturaorganica.com/html/articulo.phpID=102/> Consultado el 05 de marzo de 2016).
- BOUDET, A., FABRÉ, B. y MERIÑO, Y. 2015. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la respuesta agroproductiva del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L.). *Centro Agrícola*, 42(2):11-16.
- CUESTA, M. 2002. La agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. Universidad Agraria de la Habana. XIII del INCA, La Habana, Cuba. Libro de resúmenes.
- ESPINOSA, J. 2013. Respuesta productiva de la soya (*Glycine max*, (L) Merrill) a la aplicación aislada y combinada de humus de lombriz y Fitomás E en la UBPC “Emilio Jardín Núñez”. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba, 33 p.
- FAO. 2011. Elaboración y usos del Bocashi. Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo (AECID). San Salvador, El Salvador. 12 p.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J., BOSCH, D., RIVERO, L., CAMACHO, E., RUÍZ, Y. J. [et al.]. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG. La Habana, Cuba, 64 p.
- ISMAEL, K. A. and ANTAR, E. N. 2014. Establishment of high-efficiency Agrobacterium-mediated Transformation conditions of soybean callus. *Indian Journal of Biotechnology*, 13 (4): 359-463.
- MARTÍN, A. y DURÁN, J. 2011. El suelo y su Fertilidad. La Habana. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba, 347 p. ISBN: 978-959-07-1418-4.
- MERIÑO, Y., BOICET, T., GONZÁLEZ, G., BOUDET, A., GÓMEZ, Y. y BÁRZAGA, O. 2015. Respuesta productiva del cultivo de la Soya (*Glycine max* (L.) Merrill) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMás-E. *Centro Agrícola*, 42 (2):65-70.
- MESA, A. y NARANJO, M. 1984. Manual de Interpretación de los Suelos. Editorial Científico-Técnica, La Habana, 136 p.
- MOLINET, D., SANTIESTEBAN, R. y FONSECA, R. 2015. Evaluación de algunos componentes del rendimiento en variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en suelo Fluvisol de la provincia Granma. *Granma Ciencia*, 19 (2) mayo-agosto. ISSN1027-975X.
- PERTICARI, A., ARIAS, N. and DE BATTISTA, J. 2004. Soybean inoculation effects with *Bradyrhizobium japonicum* in vertisol soils of East Center of E. Ríos, Argentine. VII World Soybean Conference, 146 p.
- PEÑA, E. 2009. La lombricultura como alternativa de nutrición y descontaminación ambiental. Primera Edición, La Habana, 136 p. ISBN978-959-7111-52-8.
- QIAN, P. and SCHOENAN, J. 2002. Availability of nitrogen in solid manure amendments with different C: N ratios. *Canadian Journal of Soil Science*, 82: 219-225.
- ROMERO, A., CRUZ, R. y GONZÁLEZ, M. 2013. Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 36(4): 459-463.
- SOCORRO, M. y MARTÍN, D. 1989. Granos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 318 p.
- TRAVIESO, M., FAJARDO, J., GONZÁLEZ, A. y ESTRADA, E. 2014. Fertilización orgánica y mineral en plátano (*Musa spp*): Incidencia en el rendimiento y sobre algunas propiedades físicas del suelo. *Granma Ciencia*, 18 (1), enero-abril. ISSN 1027-975X

ZAMORA, A. y ABDU, S. 2007. Evaluación de variedades de soya en época de frío en dos tipos de suelos de la provincia Granma. Cuba. *Granma Ciencia*, 11 (3), septiembre –diciembre. ISSN 1027-975X.

GARCÍA, A., HERNÁNDEZ, G., CURBELO, S., HERRERO, G., NUVIOLA, A., DUEÑAS, G. [et al.]. 2009. Prácticas de manejo de frijol común en suelos forestales. *Agricultura Orgánica*, (3):31-32.

Recibido el 12 de diciembre de 2016 y aceptado el 13 de junio de 2018