

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Aplicación de humus de lombriz y *Bradyrhizobium japonicum* en *Glycine max* (L.) Merrill

Application of earthworm humus and *Bradyrhizobium japonicum* in *Glycine max* (L.) Merrill

Ricardo Gómez Machado, Marta Travieso Torres, Luis Antonio Tamayo López, Yoannia Gretel Pupo Blanco

Universidad de Granma, Carretera a Manzanillo km 17 ½, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba. CP 85100

E-mail: rgomez@udg.co.cu

RESUMEN

El experimento se desarrolló en área productiva de la Universidad de Granma, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación sola y combinada de humus de lombriz con *Bradyrhizobium japonicum* en el cultivo de la soya variedad G7R-315. Se evaluaron seis tratamientos: T1 control, T2 *B. japonicum*, T3 humus de lombriz (6 t ha⁻¹), T4 *B. japonicum* + humus de lombriz (6 t ha⁻¹), T5 Humus de lombriz (8 t ha⁻¹), T6 *B. japonicum* + humus de lombriz (8 t ha⁻¹) sobre un suelo Pardo Sialítico Ócrico Carbonatado. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Las variables evaluadas fueron: número de legumbres por planta, masa de 100 semillas y rendimiento agrícola. Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Se encontró que en los tratamientos que incluían el humus de lombriz, las variables evaluadas mostraron resultados significativamente superiores al tratamiento control y a la aplicación sola de *B. japonicum*.

Palabras clave: *Bradyrhizobium japonicum*, *Glycine max*, humus de lombriz

ABSTRACT

The experiment was developed in the Granma University's productive area, with the objective of evaluating the alone and combined earthworm humus application effect with *Bradyrhizobium japonicum* on G7R-315 variety soybean cultivation. Six treatments were evaluated: T1 Control, T2 *B. japonicum*, T3 earthworm humus (6 t ha⁻¹), T4 *B. japonicum* + earthworm humus (6 t ha⁻¹), T5 earthworm humus (8 t ha⁻¹), T6 *B. japonicum* + earthworm humus (8 t ha⁻¹) on a brown soil. A randomized block design was used with three replicas. The evaluated variables were: number per plant leguminous, weigh from 100 seeds and agricultural yield. The data obtained were processed by double classification variance analysis, applied a Turkey's multivariate statistical analysis. It was found that treatments that included the earthworm humus, the evaluated variables shown superior significantly results and it differed of the control treatment and to the alone *B. japonicum* application.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*, *Glycine max*, earthworm humus

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad, se cultiva en las zonas tropicales, subtropicales y templadas. El grano contiene entre 18 y 20 % de grasa; se utiliza en la alimentación humana y diferentes especies de animales (Mederos *et al.*, 2009).

La producción mundial de soya durante la campaña 2012 alcanzó un total de 26 802 millones de toneladas. Los mayores productores mundialmente son: Estados Unidos (31 %), Brasil (30 %), Argentina (19 %), China (5 %), India (4 %) y Paraguay (3 %) (Ortiz, 2013).

En Cuba puede sembrarse prácticamente durante todo el año, si se tiene en cuenta el cultivar a seleccionar para cada ocasión. No considerar este criterio ha provocado varios fracasos y constituye uno de los factores que ha contribuido a que no haya tenido más auge en la agricultura (Penichet *et al.*, 2006).

Dentro de la producción agrícola sostenible se ha dado especial interés al uso de microorganismos benéficos del suelo que mediante la actividad simbiótica mejoran la nutrición de las plantas, ayudan a tolerar condiciones adversas de producción y consecuentemente promueven el crecimiento y la producción de los cultivos (Corbera y Nápoles, 2013).

Altieri (2015) refiere que la aplicación de abono orgánico permite crear las condiciones necesarias para la llegada y establecimiento de microorganismos benéficos, lo que aumenta la actividad biológica en el suelo y mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas que benefician la producción de los cultivos.

El uso de biofertilizantes tiene una gran aplicación en la producción de leguminosas ya que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo; incrementan el contenido de nitrógeno en el cultivo, su peso seco y mantienen el rendimiento de estas plantas, lo que en consecuencia al bajar su costo de producción y la contaminación de mantos acuíferos y suelos,

es vital para una agricultura sustentable (Díaz *et al.*, 2006).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación sola y combinada del humus de lombriz y *B. japonicum* en el desarrollo agroproductivo de la soya en áreas de la Universidad de Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el período comprendido entre diciembre de 2013 y marzo de 2014, en el Departamento Docente-Productivo de la Universidad de Granma, sobre un suelo Pardo Sialítico Ócrico Carbonatado (Hernández *et al.*, 1999).

Se tomaron 10 submuestras de suelo en forma de diagonal a una profundidad de 20 cm, las cuales se mezclaron para preparar una sola muestra homogénea, la cual se analizó en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Bayamo. La caracterización de la misma (Tabla 1) se realizó a través de varios métodos (Tabla 2).

El inoculante *B. japonicum* procede del Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Bayamo a partir de una cepa certificada proveniente del Instituto de Suelos de Cuba, con humus de lombriz como soporte y una concentración $3,0 \times 10^8$ ufc mL⁻¹. Este producto se humedeció hasta formar una pasta en la cual se mezclaron las semillas. Luego de 15 minutos en contacto se realizó la siembra directa a 2 cm de profundidad (en tres hileras separadas a 25 cm).

El humus de lombriz obtenido a partir del estiércol vacuno (Tabla 3) se aplicó en el momento de la siembra, de forma localizada, mezclándose con el suelo según los tratamientos, con el empleo de los métodos reflejados anteriormente.

Esquema experimental

Se realizaron los siguientes tratamientos:

T1 - Control (sin aplicación de biofertilizante y abono orgánico)

Tabla 1. Características del suelo Pardo Sialítico Ócrico Carbonatado

pH		Materia orgánica	P ₂ O ₅ Asimilables	K ₂ O	Cationes intercambiables cmol(+)/Kg-1				CCB
H ₂ O	KCl	(%)	mg/100g		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
7,8	6,8	4,48	1,75	43,0	31,83	10,75	0,66	0,78	44,02

Leyenda: CCB - capacidad de cambio de bases, P₂O₅ y K₂O - fósforo y potasio asimilables

Tabla 2. Métodos de análisis empleados para la caracterización del suelo y el abono

	Características	Métodos	Normas
Suelo	pH	Potenciometría	NC ISO 10390: 1999
	Materia orgánica	Colorimetría	NC 51: 1999
	P ₂ O ₅ y K ₂ O (asimilables)	Machiguin (Colorimetría y Fotometría)	NC 52: 1999
	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y de Bases (CCB)	Melih modificado	NC 65: 1999
Humus de lombriz	Materia orgánica	Gravimétrico	NC XX: 2009
	Humedad	Gravimétrico	NC XX: 2009
	Nitrógeno, Fósforo y Potasio	Colorimétrico	NRAG 144 - 2010
	pH	Potenciométrico	NC XX: 2009
	Conductividad eléctrica (CE)	Conductimétrico	NC XX: 2009
	Relación C/N	Cálculo	NC XX: 2009

Tabla 3. Caracterización del humus de lombriz

pH	CE (dS m ⁻¹)	MO (%)	N	P %	K	Humedad (%)	C/N
7,49	2,85	41,66	1,53	0,97	0,27	54,1	15,77

T2 – *B. japonicum*

T3 - Humus de lombriz (6 t ha⁻¹)

T4 – *B. japonicum* + humus de lombriz (6 t ha⁻¹)

T5 - Humus de lombriz (8 t ha⁻¹)

T6 – *B. japonicum* + humus de lombriz (8 t ha⁻¹)

Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con seis tratamientos y tres réplicas en 18 parcelas de 4 m², la distancia entre parcelas y bloques de 1 m para un total de 136 m² como área experimental.

Al momento de la cosecha (100 días después la siembra) se evaluaron las siguientes variables en 10 plantas por cada tratamiento:

- Número de legumbres por planta (conteo directo)
- Masa de 100 semillas (g): se pesaron 10 muestras de 100 semillas en cada tratamiento (tomado en balanza analítica Sartorius)
- Rendimiento agrícola (t ha⁻¹): se calculó partir de la masa de las semillas de las plantas seleccionadas en cada réplica, considerando el número total de plantas en una hectárea

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble y las medias se compararon a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) con el paquete estadístico STATISTIC (Versión 6.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables cantidad de legumbres por planta y masa de 100 semillas, no respondieron a la aplicación sola o combinada de *B. japonicum* (Figura 1 y 2), mientras que al utilizar humus de lombriz (en dosis 6 y 8 t ha⁻¹), se supera significativamente a los tratamientos sin su aplicación, destacándose los resultados de la menor dosis del abono (logró 65,4 legumbres por planta y 15,8 g por cada 100 semillas).

La respuesta obtenida con el biofertilizante pudiera estar relacionada con el elevado contenido de materia orgánica del suelo 4,48 %, el cual se considera alto según Mesa y Naranjo (1984). Al tomar como base la mineralización anual de la materia orgánica, el contenido de N pudiera ser aproximadamente 200 kg ha⁻¹. Autores como Racca y Collino (2005) aseguran

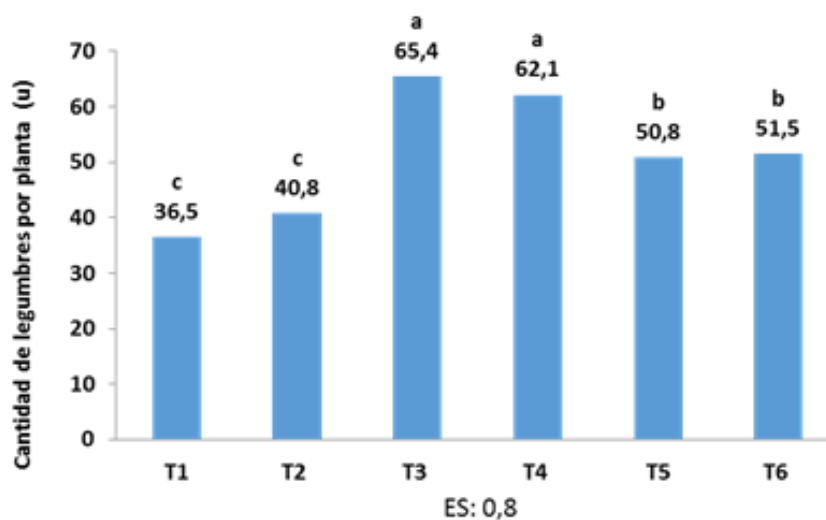


Figura 1. Legumbres por planta

Leyenda: T1 - Control, T2 - *Bradyrhizobium japonicum*, T3 - Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T4 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T5 - Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹, T6 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹

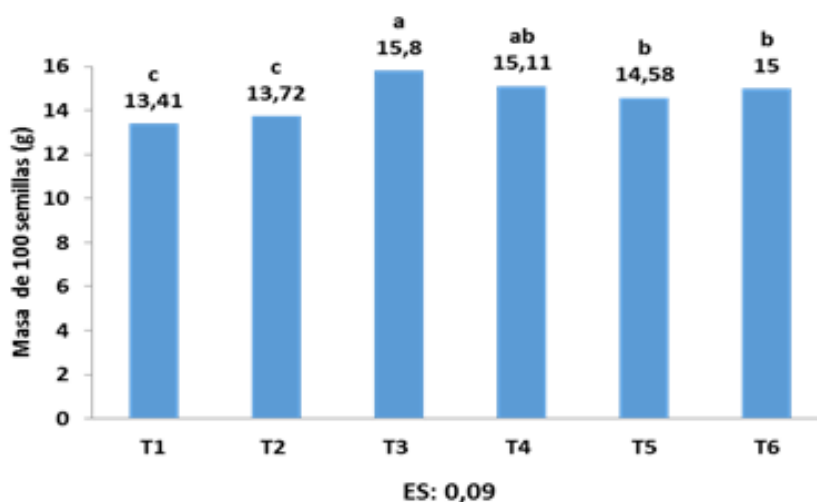


Figura 2. Masa de 100 semillas

Leyenda: T1 - Control, T2 - *Bradyrhizobium japonicum*, T3 - Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T4 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T5 - Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹, T6 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹

que altas concentraciones de nitrógeno inhiben el proceso de infección, el desarrollo de los nódulos y la expresión de la actividad nitrogenasa ya que la fijación biológica de nitrógeno es un proceso energéticamente muy costoso para la planta.

El aporte de materia orgánica y nutrientes al suelo realizado por el humus de lombriz, favorece la nutrición de la soya, sobre todo en fósforo, cuyo contenido es bajo (1,75 mg por 100 g de suelo); este nutriente, junto con el nitrógeno y el azufre, es el que en mayor medida limita el rendimiento de la soya (Salvagiotti, 2013) citado por Boga y

Ramírez (2014). El fósforo le garantiza mayor resistencia a los tallos y tejidos, influye en la maduración de la planta y en las cualidades del grano; además, mejora las condiciones para las bacterias fijadoras de nitrógeno (Socorro y Martín, 1989). Otros componentes del abono como las giberelinas, fitohormonas que se encuentran en su composición, pueden provocar una alta estimulación de la floración y fructificación de las plantas (Luna et al., 2015).

Espinosa (2013) con la aplicación de 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz al cultivo de soya variedad INCASoy-24, logró un promedio de

47,42 legumbres por planta, superior a la no aplicación del abono (32,02 legumbres por planta). Igualmente, Zamora y Abdou (2007) al utilizar el cultivar G7 R-315, sin la aplicación de fertilizantes en suelos Fersialítico Pardo Rojizo y Aluvial de Granma, lograron 16,2 y 15,7 g respectivamente en la variable masa de 100 semillas. Esos resultados superan los obtenidos en el tratamiento Control, con la misma variedad, pero cultivado sobre otro tipo de suelo, por lo que se necesitó de biofertilizantes para mejorarlos.

Otro indicador que se vio favorecido con la aplicación de humus de lombriz fue el rendimiento agrícola; se lograron 3,84 t ha⁻¹ (Figura 3) al aplicar 6 t ha⁻¹, pero un aumento en la dosis no incrementó el rendimiento, tanto solo o combinado con *Bradyrhizobium*. La aplicación aislada *B. japonicum* no conllevó a diferencias significativas en esta variable respecto al Control, lo que corrobora la ineffectividad de la cepa en las condiciones de la investigación.

El resultado obtenido puede estar dado a la baja población de *rizobios* infectivos en el suelo. Autores como Lupwayi *et al.* (2000) exponen que una buena inoculación, aún con inoculantes de buena calidad, no siempre resulta en un aumento demostrable en la nodulación y los rendimientos. Esta falta de respuesta es común cuando el suelo no cuenta de una elevada población.

Los resultados superaron los obtenidos por Maceo *et al.* (2012) al estudiar la respuesta de 16 variedades de soya en suelo Fersialítico

Pardo Rojizo de la provincia Granma, cuyos rendimientos oscilaron entre 0,28 y 1,3 t ha⁻¹. Sin embargo, se considera que el incremento del rendimiento agrícola del cultivo de la soya fue favorecido por los efectos positivos del humus de lombriz.

Según Peña (2009) este abono ejerce efectos fisiológicos muy significativos sobre las plantas a través del suministro de nutrientes, mejoramiento de las propiedades físicas e incremento de la microbiota del suelo donde se incluyen los microorganismos beneficiosos. Además, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y capacidad buffer, aporta determinados compuestos bioquímicos a las raíces de las plantas como acetamida, ácidos nucleicos y sustancias húmicas. Asimismo, Luna *et al.* (2015) refieren que el humus de lombriz facilita el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y hojas, así como una mayor floración con fructificación. Estos fenómenos que provocan, dan por resultados plantas más saludables y vigorosas que aumentan la producción y el rendimiento por área de cultivo.

CONCLUSIONES

La aplicación de *B. japonicum* no influyó sobre los indicadores evaluados en el cultivo de soya.

Con la utilización de 6 t ha⁻¹ de humus de lombriz se logra los mejores indicadores del rendimiento del cultivo.

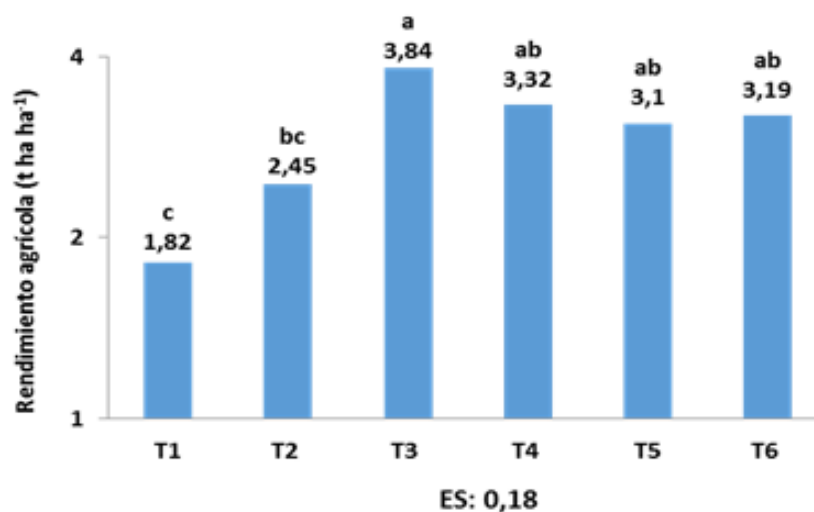


Figura 3. Rendimiento agrícola

Leyenda: T1 - Control, T2 - *Bradyrhizobium japonicum*, T3 - Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T4 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 6,0 t ha⁻¹, T5 - Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹, T6 - *B. japonicum* + Humus de lombriz a 8,0 t ha⁻¹

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M.A. Agroecología: Principios y Estrategias para Diseñar Sistemas Agrarios Sustentables. In: Sarandón, S. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, Buenos Aires, Argentina, pp. 27-34, 2015.
- CORBERA, J. Y NÁPOLES, M.C. Efecto de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium elkanii*-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar Incasoy-27. *Cultivos Tropicales*, 34 (2): 5-11, 2013.
- DÍAZ, A., ORTEGÓN, A.S. Y GARZA, I. Biofertilización del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en condiciones restringidas de humedad en el suelo. *Fitotecnia Mexicana*, 29 (2): 175–180, 2006.
- ESPINOSA, J. 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, Cuba. 2013, 33 p.
- BOGA, L. Y RAMÍREZ, H. Efecto de la fertilización con fósforo, azufre y zinc en el cultivo de la soya en la región pampeana norte de Argentina. 2014. En sitio web: <http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/issue/IA-LAHP-2014-1/> Consultado el 18 marzo de 2017.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J., BOSCH, D., RIVERO, L., CAMACHO, E., RUÍZ, J. (*et al.*) Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, MINAG, La Habana, Cuba. 1999, 64 p.
- MACEO, Y., LESDAY, E., ESTRADA, W., BAZÁN, R. Evaluación de caracteres morfológicos en variedades de soya (*Glycine max*, (L) Merrill). *Granma Ciencia*, 16 (3), 2015.
- MEDEROS, O., CRESPO, A., HERNÁNDEZ, G., PILOTO, J. Tecnologías y procedimientos para la crianza porcina con alimentos nacionales. Ediciones CIMA, La Habana, Cuba, pp 15-19, 2009.
- MESA, A. Y NARANJO, M. Manual de Interpretación de los Suelos. Editorial Científico – Técnica, La Habana, Cuba. 1984, 136 p.
- ORTIZ, S. Costo y Rentabilidad del cultivo de la soja en la Argentina. Centro de Estudios Económicos y Sociales, Argentina. 2013, 28 p.
- PENICHET, M., SAUCEDO, O., DONÉZTEVEZ, G., Hernández, R. Estrategia de diversificación en la agricultura cubana actual (influencia de las ideas de Ernesto Guevara). Disponible en <http://www.eumed.net/libros/2006b/vmfa/3g.htm> Consultado el 8 de junio de 2006.
- PEÑA, E. La lombricultura como alternativa de nutrición y descontaminación ambiental. Primera Edición, La Habana, Cuba. 2009, 136 p. ISBN 978-959-7111-52-8.
- RACCA, R. Y D. Collino: Bases fisiológicas para el manejo de la fijación biológica del nitrógeno en soja. Congreso Mundo Soja, Buenos Aires, Argentina, pp. 111-120, 2005.
- SOCORRO, M. Y MARTÍN, D. Granos. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 1989, 318 p.
- ZAMORA, A. Y ABDU, S. Evaluación de variedades de soya en época de frío en dos tipos de suelos de la provincia Granma. Cuba. *Granma Ciencia*, 11 (4), 2007.
- LUNA, R., REYES, J., LÓPEZ, R., REYES, M., MURILLO, G., SAMANIEGO, C. (*et al.*) Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Centro Agrícola*, 42 (4): 67-74, 2015.
- LUPWAYI, N., OLSEN, P., SANDE, E., KEYSER, H., COLLINS, M., SINGLETON, P., RICE, W. Inoculant quality and its evaluation. *Field Crops Research*, 65: 259-270, 2000.

Recibido el 29 de junio de 2016 y aceptado el 11 de mayo de 2016