

Evaluación del rendimiento de abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y producción de la soya (*Glycine max*)

Evaluation of organic fertiliser performance on the vegetative development and yield of soybean (*Glycine max*).

Avaliação do desempenho do fertilizante orgânico no desenvolvimento vegetativo e no rendimento da soja (*Glycine max*).

Moisés Menacé-Almea
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
mmenace@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4636-2520>



Carmen Victoria Marín-Cuevas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
cmarin@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8128-9170>



Dennisse Mabel Alcívar-Vera
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
dennisse.alcivar2017@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-0865-7212>



Robinson J. Herrera-Feijoo
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
rherreraf2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/210>

Como citar:

Menacé-Almea, M., Marín-Cuevas, C. V., Alcívar-Vera, D. M., Herrera-Feijoo, R. J. (2023). Evaluación del rendimiento de abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y producción de la soya (*Glycine max*). *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E2), 326-342.

Recibido: 22/07/2023

Aceptado: 29/08/2023

Publicado: 29/09/2023

Resumen

Esta investigación se centra en la evaluación del impacto de la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos (Compost, Humus y Bocashi) en el desarrollo vegetativo y la producción del cultivo de soja (*Glycine max*). La investigación se llevó a cabo en el Campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el Km 7.5 de la vía Quevedo. El objetivo principal consistió en analizar cómo la aplicación de estos abonos orgánicos afecta el crecimiento de las plantas de soja y su capacidad para producir vainas y semillas. Para llevar a cabo este estudio, se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), que incluyó cuatro tratamientos: T1 (Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi) y T4 (Control). Se realizó un análisis de varianza y la prueba Tukey con un nivel de confianza del 95%. Las variables evaluadas incluyeron la altura de las plantas, la altura de la carga de las vainas de soja, el número de vainas por planta, la cantidad de semillas por vaina y el rendimiento del cultivo. Además, se llevó a cabo un análisis económico para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos. Los resultados revelaron que el abono orgánico Bocashi generó los mejores resultados en todas las variables evaluadas, con valores medios de 81.18 cm en la altura de las plantas, 13.18 cm en la altura de la carga de vainas, 77 vainas por planta, 3 semillas por vaina y un rendimiento promedio de 1828.8 kg/ha. Asimismo, el abono orgánico Bocashi demostró ser la opción más rentable en términos de beneficio costo, con un índice de rentabilidad de 0.58 centavos por cada dólar invertido. Se recomienda considerar el uso de abono orgánico Bocashi, para mejorar tanto el desarrollo vegetativo en cultivos de soja, y la rentabilidad en la agricultura orgánica.

Palabras clave: Agricultura sostenible, Fertilización orgánica, Mejoras de cosechas, Nutrientes de suelos, Rendimiento agrícola

Abstract

This research focuses on the evaluation of the impact of the application of different types of organic fertilizers (compost, humus and bocashi) on the vegetative development and production of soybean (*Glycine max*). The research was carried out at the "La María" campus of the Quevedo State Technical University, located at km 7.5 of the Quevedo Road. The main objective was to analyse how the application of these organic fertilisers affected the growth of soybean plants and their capacity to produce pods and seeds. To carry out this study, a randomised complete block design (RCBD) was used, with four treatments: T1 (compost), T2 (humus), T3 (bocashi) and T4 (control). Analysis of variance and Tukey test were performed at 95% confidence level. The variables evaluated included plant height, soybean pod height, number of pods per plant, number of seeds per pod and crop yield. An economic analysis was also carried out to determine the profitability of each treatment. The results showed that the Bocashi organic fertiliser gave the best results in all the variables evaluated, with mean values of 81.18 cm in plant height, 13.18 cm in pod load height, 77 pods per plant, 3 seeds per pod and an average yield of 1828.8 kg/ha. Bocashi compost was also found to be the most cost-effective option on a benefit-cost basis, with a return of 0.58 cents for every dollar invested. It is recommended that the use of Bocashi organic fertiliser be considered to improve both the vegetative development of soybean crops and the profitability of organic farming.

Keywords: Sustainable agriculture, Organic fertilisation, Crop improvement, Soil nutrients, Agricultural yields

Resumo

Esta pesquisa se concentra na avaliação do impacto da aplicação de diferentes tipos de fertilizantes orgânicos (composto, húmus e Bocashi) no desenvolvimento vegetativo e na produção da cultura da soja (*Glycine max*). A pesquisa foi realizada no Campus "La María" da

Universidade Técnica Estadual de Quevedo, localizado no Km 7,5 da estrada de Quevedo. O objetivo principal foi analisar como a aplicação desses fertilizantes orgânicos afeta o crescimento das plantas de soja e sua capacidade de produzir vagens e sementes. Para realizar esse estudo, foi utilizado um projeto experimental em blocos completos casualizados (RCBD), que incluiu quatro tratamentos: T1 (Composto), T2 (Húmus), T3 (Bocashi) e T4 (Controle). A análise de variância e o teste de Tukey foram realizados em um nível de confiança de 95%. As variáveis avaliadas incluíram altura da planta, altura da carga de vagens da soja, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e produtividade da cultura. Além disso, foi realizada uma análise econômica para determinar a rentabilidade de cada um dos tratamentos. Os resultados revelaram que o fertilizante orgânico Bocashi gerou os melhores resultados em todas as variáveis avaliadas, com valores médios de 81,18 cm de altura de planta, 13,18 cm de altura de carga de vagem, 77 vagens por planta, 3 sementes por vagem e um rendimento médio de 1.828,8 kg/ha. Além disso, o composto Bocashi provou ser a opção mais econômica em termos de custo-benefício, com uma taxa de retorno de 0,58 centavos para cada dólar investido. Recomenda-se considerar o uso do fertilizante orgânico Bocashi para melhorar o desenvolvimento vegetativo das culturas de soja e a lucratividade da agricultura orgânica.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, Fertilização orgânica, Melhoramento de culturas, Nutrientes do solo, Rendimentos agrícolas

Introducción

La soya (*Glycine max*) sobresale como uno de los cultivos de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su significativo contenido de aceites esenciales y proteínas (Liu et al., 2020; Shea et al., 2020; Song et al., 2021). Esta planta, originaria de las provincias nororientales de China y Manchuria (Hairong et al., 2017), se destaca como la leguminosa de grano más relevante, caracterizada por su contenido proteico que varía entre el 38% y el 42%, y una concentración de aceites que oscila entre el 18% y el 22% (Patil et al., 2017). El consumo de soya aporta beneficios sustanciales para la salud humana. Además, la capacidad de la soya para fijar nitrógeno atmosférico la convierte en una planta adaptable a diversos tipos de suelos (Ciampitti & Salvagiotti, 2018; La Menza et al., 2017). No obstante, como cualquier otra planta, requiere una cantidad sustancial de nutrientes para respaldar su crecimiento y lograr un rendimiento óptimo. Aunque bajo condiciones de fertilidad reducida, estas plantas pueden mantener rendimientos aceptables, es esencial proporcionar una formulación nutricional adecuada para maximizar la producción de granos (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Los fertilizantes derivados de materiales animales y desechos vegetales representan componentes esenciales en los sistemas de agricultura ecológica. Entre los más notables se incluyen el compost, el humus y el bocashi. Su propósito central radica en la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, además de servir como una fuente de energía y nutrientes para el ecosistema del suelo (Nicholls & Altieri, 2008). A pesar de la capacidad destacada de la soya para adaptarse a diversos tipos de suelos, presenta requisitos nutricionales específicos que pueden ser satisfechos mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos. En la actualidad, el uso de estos fertilizantes se ha convertido en una alternativa esencial para abordar los desafíos relacionados con el rendimiento y la sostenibilidad en los suelos agrícolas, dado su valioso aporte en términos de nutrientes (Jia et al., 2020).

Dado el limitado número de estudios que abordan de manera exhaustiva el impacto de la aplicación de fertilizantes orgánicos en el crecimiento y el rendimiento de la soya (Hammed et al., 2019; Nicholls & Altieri, 2008), el objetivo fundamental de este estudio es proporcionar una comprensión más profunda de la interacción entre los fertilizantes orgánicos y la soya, lo que podría desempeñar un papel crucial en la promoción de la agricultura sostenible y la garantía de la seguridad alimentaria. En este contexto, los objetivos específicos de esta investigación fueron: 1) Evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo de soya bajo la aplicación de distintos abonos orgánicos; 2) Identificar el abono orgánico que incremente la producción del cultivo de soya; 3) Realizar el análisis económico en relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

Metodología

El estudio se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Campus Universitario Experimental “La María”, ubicado en el Km 7,5 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son: 79° 29' 56.7", longitud Oeste y 01° 05' 15" de latitud Sur. Altitud 75 msnm.

Diseño del experimento

Se empleó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCAA) con la inclusión de cuatro tratamientos, cada uno de ellos replicado en cinco ocasiones. Todos los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza con el propósito de determinar su significancia estadística. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% con el fin de identificar diferencias significativas entre las medias de los distintos tratamientos, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Bloques	$(r - 1)$	4
Tratamientos	$(t - 1)$	3
Error experimental	$(t - 1)(r - 1)$	12
Total	$(tr - 1)$	19

Se llevaron a cabo evaluaciones en el cultivo de soya con la implementación de cuatro tratamientos distintos: el Tratamiento 1, que implicó la aplicación de 72.96 kg/ha de compost; el Tratamiento 2, en el cual se emplearon 30.4 kg/ha de humus; el Tratamiento 3, que consistió en la aplicación de 30 kg/ha de bocashi; y, por último, el Tratamiento 4, que no recibió ningún tipo de abono. Los detalles de estos tratamientos se encuentran especificados en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T1	Compost 72.96 kg/ha
T2	Humus 30.4 kg/ha
T3	Bocashi 30.4 kg/ha
T4	Sin abono

Análisis estadístico

Con el propósito de determinar los valores que nos permitieran evaluar cuál de los abonos orgánicos generaba un mayor rendimiento en el campo, recurrimos a un análisis estadístico ADEVA. Adicionalmente, para identificar las diferencias significativas entre los distintos tratamientos, llevamos a cabo una prueba de Tukey, empleando un nivel de confianza del 95%.

Manejo del experimento

Durante el desarrollo del ensayo y la aplicación de los tratamientos, se llevaron a cabo diversas labores culturales agrícolas. La siembra se realizó en líneas continuas con un promedio de 10 semillas por metro lineal, utilizando un método de siembra directa con cero labranzas. Para controlar las malezas y evitar la competencia con el cultivo, se realizaron controles manuales con machetes cortos, con revisiones cada 15 días. Respecto a la aplicación de abonos orgánicos, se dividió en tres partes: una aplicación de 1 kg por metro cuadrado 15 días antes de la siembra, otra a los 30 días con la misma dosis, y la tercera a los 60 días, también con la misma cantidad que la primera y segunda aplicación. Para el control de plagas, se llevaron a cabo controles preventivos utilizando productos de síntesis orgánicos, mezclas de Aji, ajo cebolla y ácidos piroleñosos. La cosecha se realizó de forma manual una vez que las plantas alcanzaron la madurez comercial.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas se obtuvieron de la parcela útil con el propósito de analizar las respuestas a los tratamientos. Estas variables incluyeron la altura de la planta (cm), medida en los días 20, 40 y 60, donde se seleccionaron al azar 20 plantas de cada parcela del tratamiento y se calculó el promedio de longitud. Se evaluaron los días a la floración cuando el 50% de las parcelas presentaban flores. Además, se midió la altura de la carga (cm) en 20 plantas seleccionadas al azar desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la primera vaina, calculando un promedio. También se contaron las vainas por planta, utilizando 20 plantas al azar, y se determinó el promedio. De las vainas, se registró el número de semillas por vaina y se calcularon los promedios. El rendimiento (kg ha⁻¹) se determinó al pesar todos los granos cosechados de la parcela experimental, considerando únicamente el área de cultivo. Además, se llevó a cabo un análisis económico que consideró el volumen de producción, los costos asociados a los tratamientos y otras variables relevantes. Cabe mencionar que el material genético utilizado en esta investigación fue la VARIEDAD "P34".

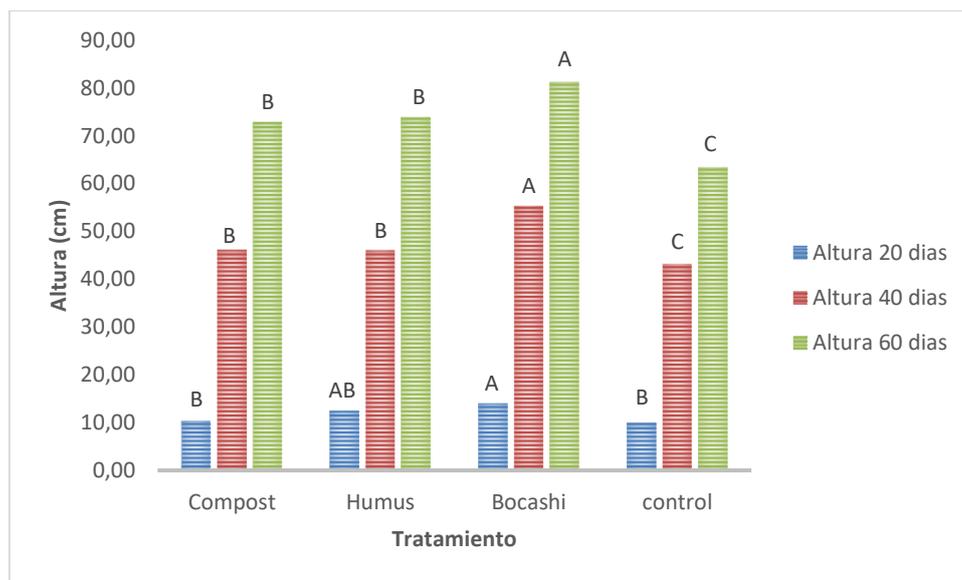
Resultados

Altura de la planta (cm)

Los valores obtenidos para la altura de las plantas de soya revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados, que incluyeron la aplicación de compost, humus, bocashi, y un control sin ningún tipo de fertilización. A los 60 días de crecimiento, se observó que el tratamiento 3 (bocashi) exhibió el mayor aumento en la altura de las plantas, con un promedio de 81.18 cm. Le siguió el tratamiento 2 (humus), que alcanzó alturas promedio de 73.87 cm, y finalmente, el tratamiento 1 (compost) mostró una altura promedio de 72.86 cm. En contraste, el grupo de control registró un promedio de altura de 63.45 cm para las plantas. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 1.

Figura 1

Efecto de los tratamientos en estudio (T1: Compost, T2: Humus, T3: Bocashi, T4: Control) en la altura de las plantas de soya, medida en centímetros (cm). Las barras representan los valores promedio obtenidos para cada tratamiento. Se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, indicadas por letras diferentes sobre las barras, lo que sugiere que los tratamientos tuvieron un impacto estadísticamente significativo en la altura de las plantas de soya.

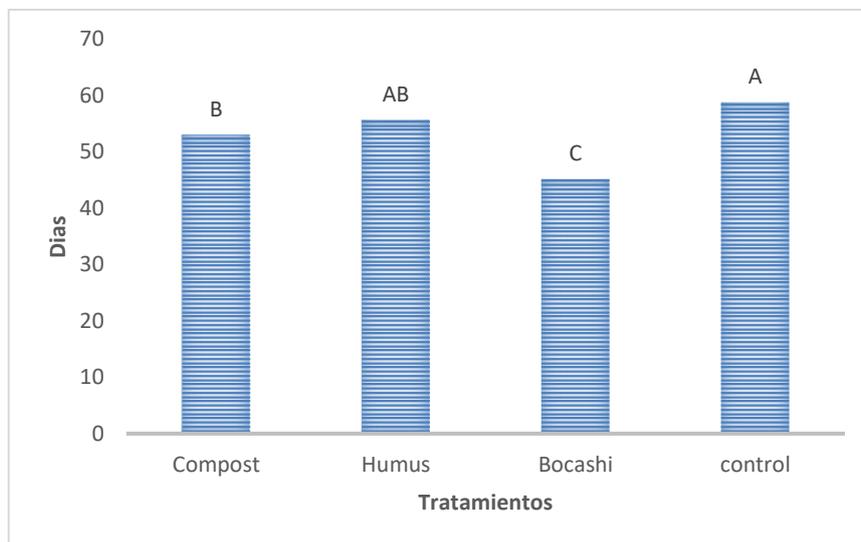


Días de floración

Los resultados de la evaluación de los días a la floración revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados, que incluyeron la aplicación de compost, humus, bocashi y un control sin fertilización (Figura 2). En particular, se observó que el tratamiento T3 (bocashi) logró que la floración ocurriera en el menor tiempo, con un promedio de 45 días. Le siguió el tratamiento T1 (compost), que indujo la floración a los 53 días. Estos hallazgos indican que la aplicación de bocashi aceleró significativamente el proceso de floración en las plantas de soya en comparación con los otros tratamientos

Figura 2

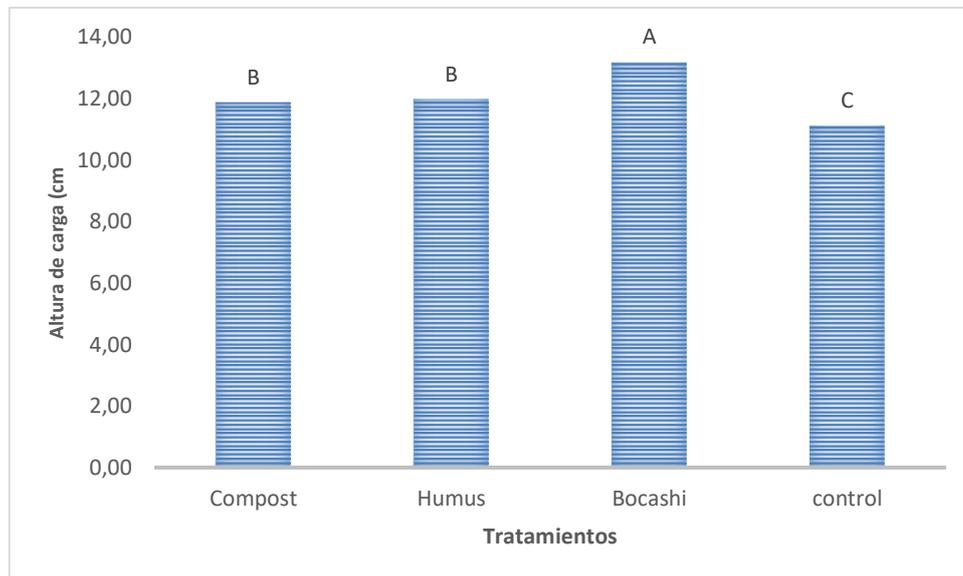
Tratamientos en estudio T1(Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi), T4 (Control) y su influencia en los días de floración. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

**Altura de carga (cm)**

Los resultados obtenidos de la evaluación de la altura de carga de las vainas de soja revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados, que incluyeron la aplicación de compost, humus, bocashi y un control sin fertilización (Figura 3). En particular, se observó que el tratamiento 3 (bocashi) presentó la mayor altura de carga de las vainas de soja, con un promedio de 13.18 cm. Le siguió el tratamiento 2 (humus), que alcanzó una altura de carga de 11.97 cm, y el tratamiento 1 (compost), que registró una altura de 11.87 cm; los tratamientos 2 y 1 no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Por otro lado, el grupo de control tuvo un promedio de 11.11 cm en la altura de carga de las vainas. Estos resultados indican que el tratamiento con bocashi resultó en una mayor altura de carga de las vainas en comparación con los otros tratamientos.

Figura 3

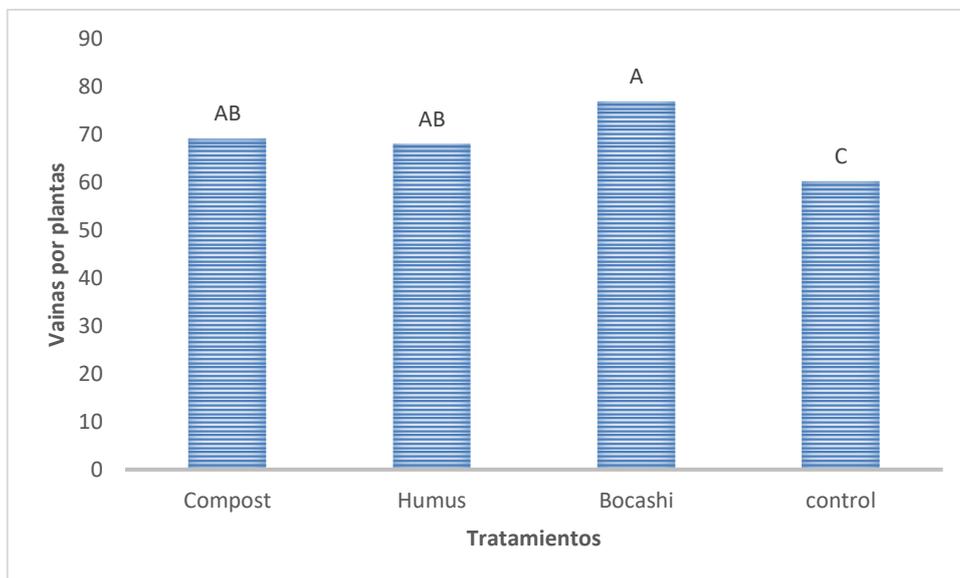
Tratamientos en estudio T1(Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi), T4 (Control) y su influencia en la altura de carga de las vainas de las plantas de soya medida en cm. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

**Vainas por plantas**

Los resultados de la evaluación del número de vainas por planta revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados, que incluyeron la aplicación de compost, humus, bocashi y un control sin fertilización (Figura 4). Concretamente, el tratamiento 3 (bocashi) mostró un mayor número de vainas por planta, con una media de 77 vainas. Le siguió el tratamiento 1 (compost), que obtuvo un promedio de 69 vainas, y el tratamiento 2 (humus), que registró un promedio de 68 vainas; los tratamientos 1 y 2 no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Por otro lado, el grupo de control tuvo un promedio de 60 vainas por planta. Estos resultados indican que el tratamiento con bocashi condujo a un mayor número de vainas por planta en comparación con los otros tratamientos.

Figura 4

Tratamientos en estudio T1(Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi), T4 (Control) y su influencia en el total de vainas por planta. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

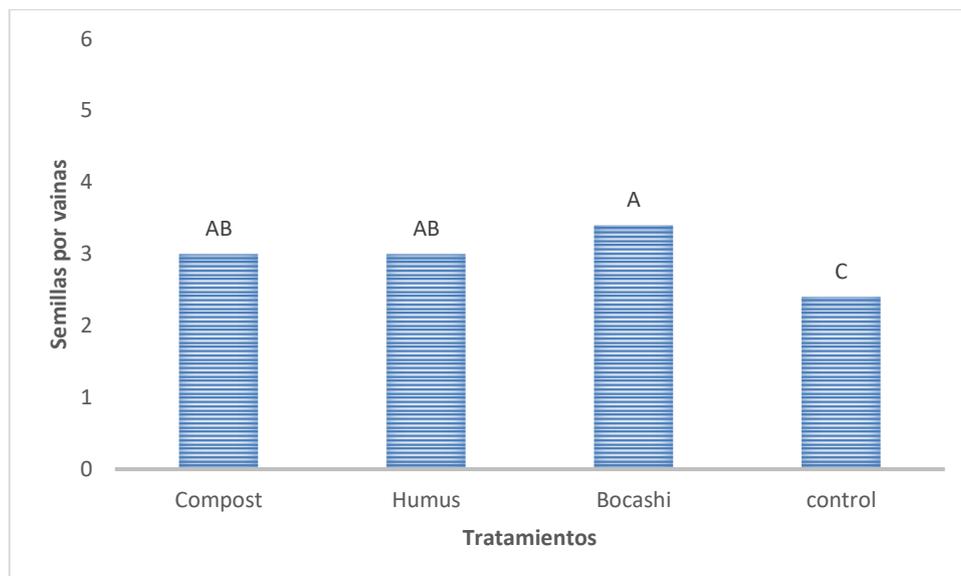
**Semillas por vaina**

Los resultados de la evaluación del número de semillas por vaina revelaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, a pesar de que los tratamientos T3 (Bocashi), T1 (Compost) y T2 (Humus) obtuvieron valores relativamente similares (Figura 5). Estos tres tratamientos tuvieron una media de 3 semillas por vaina, mientras que el tratamiento T4 (control) registró una media de 2 semillas por vaina. A pesar de las similitudes en los valores entre los tratamientos T3, T1 y T2, las diferencias estadísticas indican que hubo influencias significativas en la cantidad de semillas por vaina entre estos tratamientos y el tratamiento de control.

Figura 5

Tratamientos en estudio T1(Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi), T4 (Control) y su influencia en el número de semillas por vaina. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada

tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

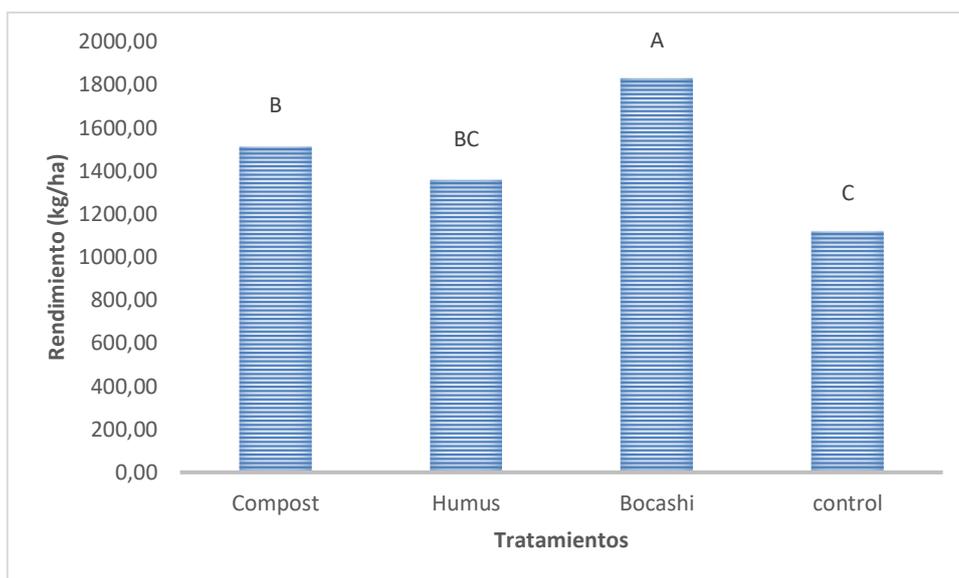


Rendimiento

Los resultados de la evaluación del rendimiento revelaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, que incluyeron la aplicación de compost, humus, bocashi y un control sin fertilización (Figura 6). Se observó que el tratamiento 3 (bocashi) alcanzó el mayor rendimiento entre los tratamientos evaluados, con un peso promedio de 1828.88 kg/ha. Le siguió el tratamiento 1 (compost), que obtuvo un peso promedio de 1511.12 kg/ha, y finalmente, el tratamiento 2 (humus) registró una media de 1357.76 kg/ha. Por otro lado, el grupo de control tuvo un promedio de rendimiento de 1116.66 kg/ha. Estos resultados indican que la aplicación de bocashi condujo a un rendimiento significativamente mayor en comparación con los otros tratamientos.

Figura 6

Tratamientos en estudio T1(Compost), T2 (Humus), T3 (Bocashi), T4 (Control) y su influencia en rendimiento en kg. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.



Análisis económico

Se encontró que el tratamiento más rentable fue el de Bocashi, el cual generó un total de \$1225.35 dólares estadounidenses, con un costo de producción de \$776.83 dólares estadounidenses. Esto se traduce en una relación beneficio-costo (B/C) que resultó en ganancias de 58 centavos por cada dólar invertido (Tabla 3). Estos hallazgos indican que el tratamiento de Bocashi demostró ser económicamente favorable en comparación con los otros tratamientos, generando mayores ingresos netos en relación con sus costos de producción.

Tabla 3

Análisis económico kilogramo por hectárea de los tratamientos en estudio (Compost, humus, bocashi, control) en soya.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Coste del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	Relación B/C	Rentabilidad
T1 Compost	1511.12	1012.45	124.67	98.06	834.03	178.42	1.21	21.25%
T2 Humus	1357.76	909.70	102.67	96.15	820.23	89.47	1.11	10.90%
T3 Bocashi	1828.88	1225.35	73.33	92.19	776.83	448.52	1.58	58.10%
T4 Control	1116.66	748.16	0	76.43	687.73	60.43	1.09	8.80%

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción y desarrollo vegetativo del cultivo de soya, con la finalidad de ofrecer una alternativa más sostenible para los productores de soya (Medina Portillo & Blandón Sarantes,

2010). Cada uno de los tratamientos tuvo efectos diferenciados sobre las variables investigadas en este estudio. Los tratamientos se aplicaron en tres momentos específicos: 15 días antes de la siembra, 30 días después de la siembra y 60 días después de la siembra. Entre los tres tipos de abonos utilizados, el Bocashi se destacó al proporcionar los resultados más favorables. De acuerdo con la (CEPAL-FAO-IICA, 2014), el Bocashi ejerce un impacto positivo en las características físicas del suelo, mejorando su estructura y facilitando una distribución más eficaz de las raíces. Además, promueve una mejor aireación y capacidad de absorción de humedad y calor (energía) del suelo. Su alta porosidad beneficia tanto a la actividad macro como microbiológica en el suelo, funcionando de manera similar a una "esponja sólida". Esto significa que tiene la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes beneficiosos para las plantas. Como resultado, reduce la pérdida y la lixiviación de estos nutrientes en el suelo, contribuyendo así a una mayor eficiencia en la nutrición de las plantas (Jiménez Yáñez, 2012). Estos resultados encuentran respaldo en investigaciones previas que han demostrado la eficacia del Bocashi como un abono orgánico efectivo para mejorar tanto la producción como el desarrollo vegetativo de diversos cultivos. Esto se debe a su capacidad probada para aumentar el rendimiento de los cultivos de manera efectiva (Chaupis Tarazona, 2022). En consecuencia, se puede concluir que la aplicación de Bocashi se revela como una estrategia efectiva para impulsar la producción y el desarrollo vegetativo del cultivo de soya.

En relación a la variable de la altura de la carga de las vainas de soya, se pudo observar que el tratamiento 3 (Bocashi) exhibió la mayor altura de carga, alcanzando los 13.18 cm. Este hallazgo destaca la notable influencia que ejerce este tipo de abono orgánico en las características vegetativas del cultivo de soya. Estos resultados se encuentran respaldados por investigaciones previas que han confirmado la eficacia del Bocashi como abono orgánico para mejorar tanto la producción como el desarrollo vegetativo de los cultivos (Colque et al., 2005). En el estudio de Colque et al. (2005), se informó que el Bocashi, aplicado en cantidades

adecuadas, puede potenciar y mejorar la calidad de los cultivos de soya, así como de otros cultivos en general. Su uso en pequeñas dosis tiene la capacidad de estimular las actividades fisiológicas y promover el desarrollo vegetativo de las plantas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (CEPAL-FAO-IICA, 2014), el Bocashi contribuye significativamente a la mejora de las propiedades físicas del suelo, incluyendo su estructura, lo que facilita una distribución más eficiente de las raíces, una mejor aireación del suelo y una mayor capacidad de absorción de humedad y energía térmica. Su alta porosidad beneficia tanto a las actividades macro como microbiológicas del suelo. En resumen, se puede afirmar con confianza que la aplicación de Bocashi se revela como una estrategia altamente eficaz para potenciar tanto la producción como el crecimiento vegetativo del cultivo de soya. En términos de rendimiento, el tratamiento 3 (Bocashi) destacó al lograr los mejores resultados, con un rendimiento promedio de 1828.88 kg/ha. Le siguió el tratamiento 1 (Compost), con un promedio de 1511.12 kg/ha, y finalmente, el tratamiento 2 (Humus), con una media de 1357.76 kg/ha. Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que han demostrado la efectividad del Bocashi como un abono orgánico para mejorar tanto la producción como el desarrollo vegetativo de los cultivos (Peralta-Antonio et al., 2019). Además, Colque et al. (2005) informaron que el abono orgánico Bocashi puede aumentar y mejorar la calidad de los cultivos de soya y otros cultivos en general. Incluso en pequeñas cantidades, el Bocashi tiene la capacidad de estimular las actividades fisiológicas y promover el desarrollo vegetativo de las plantas. El estudio realizado por (Triviño Mideros & Valencia Angulo, 2023) presenta contrastes significativos con los resultados de esta investigación. En su estudio, evaluaron la eficacia de los abonos orgánicos (humus y Bocashi) en el cultivo de tomate y pimentón, y encontraron que la aplicación de ambos abonos orgánicos mejoró notablemente los parámetros físico-químicos del suelo, especialmente el pH, que pasó de ser ácido a neutro. Dentro de sus resultados, el Tratamiento 1 (humus 120g/planta) demostró el mejor rendimiento en el

crecimiento y desarrollo de las plantas, destacando que el bocashi también se reveló como una alternativa efectiva de abono orgánico con resultados superiores al testigo. Estos hallazgos respaldan la idea de que la aplicación de Bocashi puede ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la producción como el desarrollo vegetativo del cultivo de soya. Además, sugieren que los abonos orgánicos en general representan una alternativa viable para mejorar la sostenibilidad y el rendimiento de los suelos agrícolas (Muñoz et al., 2015).

Conclusión

En el presente estudio, se ha evidenciado que, entre los abonos orgánicos investigados, el Bocashi demostró tener el mayor impacto en el desarrollo vegetativo de las plantas de soya, con resultados notablemente superiores en diversas medidas, incluyendo una altura de planta de 81.18 cm, una altura de carga de 13.18 cm, una cantidad de 77 vainas por planta y una media de 3 semillas por vaina.

En lo que respecta a la producción del cultivo de soya, el tratamiento T3 (Bocashi) se destacó como el más influyente, alcanzando un rendimiento medio de 1828.8 kg/ha. Este resultado superó significativamente a los demás tratamientos y al grupo de control, que obtuvo un rendimiento medio de 1116.6 kg/ha.

Asimismo, en términos de rentabilidad, el tratamiento de Bocashi se reveló como la opción más rentable, con un impresionante índice de beneficio-costo del 58.10%. En contraste, el grupo de control registró una rentabilidad mucho más modesta, situándose en el 8.80%.

En resumen, los resultados indican que el uso de Bocashi no solo mejora el desarrollo vegetativo y la producción de soya, sino que también ofrece una rentabilidad sustancialmente superior en comparación con el control y otros tratamientos estudiados. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el Bocashi como una opción valiosa en la agricultura orgánica para mejorar el rendimiento de los cultivos.

Referencias bibliográficas

- CEPAL-FAO-IICA, B. (2014). Fomento de circuitos cortos como alternativa para la promoción de la agricultura familiar. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación-FAO, Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura. Recuperado a Partir de [https://www. Cepal. Org/Publicaciones/Xml/4/54164/BoletinCEPALFAOIICA. Pdf](https://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/54164/BoletinCEPALFAOIICA.Pdf) [Accedido El 11/4/18].*
- Chaupis Tarazona, C. L. (2022). *Producción de Bocashi utilizando residuos sólidos orgánicos animales y su influencia en la producción del frijol canario, san Andrés, la Esperanza, Huánuco 2020-2021.*
- Ciampitti, I. A., & Salvagiotti, F. (2018). New insights into soybean biological nitrogen fixation. *Agronomy Journal*, 110(4), 1185–1196.
- Colque, T., Rodríguez, D., & Mujica, A. (2005). *Producción de biol, abono natural y ecológico.* Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Estación
- Hairong, Y., Yiyuan, C., & Bun, K. H. (2017). China's soybean crisis: the logic of modernization and its discontents. In *Soy, Globalization, and Environmental Politics in South America* (pp. 123–145). Routledge.
- Hammed, T. B., Oloruntoba, E. O., & Ana, G. (2019). Enhancing growth and yield of crops with nutrient-enriched organic fertilizer at wet and dry seasons in ensuring climate-smart agriculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 81–92.
- Jia, F., Peng, S., Green, J., Koh, L., & Chen, X. (2020). Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120254.
- Jiménez Yáñez, S. F. (2012). *Estudio de la Aplicación de Abonos Orgánicos y su Efecto en la Producción Primaria Forrajera de Diferntes Especies de Pastos Promisorios e Introducidos.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- La Menza, N. C., Monzon, J. P., Specht, J. E., & Grassini, P. (2017). Is soybean yield limited by nitrogen supply? *Field Crops Research*, 213, 204–212.
- Liu, S., Zhang, M., Feng, F., & Tian, Z. (2020). Toward a “green revolution” for soybean. *Molecular Plant*, 13(5), 688–697.
- Medina Portillo, Á. L., & Blandón Sarantes, L. (2010). *Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya (Glycine max (L) merrill), El Plantel, Masaya, 2009.* Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Muñoz, J., Muñoz, J. A., & Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 73–82.
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2008). Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. *LEISA Revista de Agroecología*, 24(2), 6–8.
- Patil, G., Mian, R., Vuong, T., Pantalone, V., Song, Q., Chen, P., Shannon, G. J., Carter, T. C., & Nguyen, H. T. (2017). Molecular mapping and genomics of soybean seed protein: a review and perspective for the future. *Theoretical and Applied Genetics*, 130, 1975–1991.
- Peralta-Antonio, N., Bernardo de Freitas, G., Watthier, M., & Silva Santos, R. H. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, 37(2), 59–66.
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
- Shea, Z., Singer, W. M., & Zhang, B. (2020). Soybean production, versatility, and improvement. *Legume Crops-Prospects, Production and Uses.*
- Song, X.-P., Hansen, M. C., Potapov, P., Adusei, B., Pickering, J., Adami, M., Lima, A., Zalles, V., Stehman, S. V., & Di Bella, C. M. (2021). Massive soybean expansion in South America since 2000 and implications for conservation. *Nature Sustainability*, 4(9), 784–792.
- Triviño Mideros, M. K., & Valencia Angulo, J. C. (2023). *Eficiencia de abonos orgánicos (humus y bocashi) en cultivo de Solanum lycopersicum (tomate) y Capsicum annum (pimenton), como alternativa de seguridad alimentaria en huertas urbana.* Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales y Desarrollo