

# Producción sostenible de plántulas de chile (*Capsicum annuum*) en La Ceiba, Honduras: impacto de distintas fórmulas de bocashi, 2018

<sup>1</sup> Marden Daniel Espinoza Guardiola

<sup>2</sup> Breno Augusto Sosa Rodrigues

<sup>3</sup> Jesús Alexis Rodríguez Matute

<sup>4</sup> Yuly Samanta García Vivas

<sup>5</sup> Edgar Fernando Almansa Manrique

## Resumen

Durante los meses de mayo a julio de 2018, se evaluó el uso de tres fórmulas de abono orgánico tipo Bocashi en la producción de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.) en el norte de Honduras, bajo condiciones de invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 3x3, con tres tratamientos: Bocashi Vacaza, Bocashi Gallinaza y Bocashi Cerdaza, y un testigo sin abono. Las variables evaluadas incluyeron la concentración de nutrientes, longitud de raíz, longitud de tallo y número de hojas, a los 20 días después de la germinación. Los resultados mostraron que el Bocashi Gallinaza presentó las mayores concentraciones de nitrógeno (6,9 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (4,35 g kg<sup>-1</sup>), materia orgánica (14,8 %) y carbono (8,57 %). Además, las plántulas tratadas con Bocashi Gallinaza mostraron un crecimiento similar al de Bocashi Vacaza en términos de longitud de raíz, número de hojas y longitud de tallo. Se concluyó que Bocashi Gallinaza fue el tratamiento más efectivo en términos de nutrición y crecimiento de las plántulas, destacándose por su mejor retención de nutrientes, mejora de la humedad y su relación C/N, favoreciendo una descomposición equilibrada del suelo.

**Palabras clave:** conservación de suelo, agricultura orgánica, agroecología, sostenibilidad

## Sustainable production of chili seedlings (*Capsicum annuum*) in La Ceiba, Honduras: impact of different bocashi formulas, 2018

## Abstract

During the months of May to July 2018, the use of three Bocashi-type organic fertilizer formulas was evaluated in the production of chili seedlings (*Capsicum annuum* L.) in northern Honduras, under

<sup>1</sup> Docente del departamento de Suelos, Universidad Nacional Autónoma de Honduras campus Atlántida. <https://orcid.org/0000-0001-6270-7173> Correo electrónico: marden.espinoza@unah.edu.hn

<sup>2</sup> PhD en ciencias agrarias, investigador departamento de Suelos, Universidad Nacional Autónoma de Honduras campus Atlántida. <https://orcid.org/0000-0001-7506-797X> Correo electrónico: breno.sosa@unah.edu.hn

<sup>3</sup> Coordinador del Laboratorio de Suelos, Universidad Nacional Autónoma de Honduras campus Atlántida. <https://orcid.org/0000-0003-2758-6083> Correo electrónico: jesus.rodriguez@unah.edu.hn

<sup>4</sup> Máster en ciencias agrarias, jefe del departamento de Suelos, Universidad Nacional Autónoma de Honduras campus Atlántida. <https://orcid.org/0000-0003-1396-3829> Correo electrónico: yuly.garcia@unah.edu.hn

<sup>5</sup> Investigador, Centro de Investigación La Libertad, Corpoica, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-0084-5981> Correo electrónico: ealmansa@corpoica.org.co

greenhouse conditions. The experimental design was completely randomized with a 3x3 factorial arrangement, with three treatments: Bocashi vacaza, Bocashi chicken manure and Bocashi sow, and a control without fertilizer. The variables evaluated included nutrient concentration, root length, stem length and number of leaves, 20 days after germination. The results showed that the Bocashi chicken manure presented the highest concentrations of nitrogen ( $6.9 \text{ g kg}^{-1}$ ), phosphorus ( $4.35 \text{ g kg}^{-1}$ ), organic matter (14.8%) and carbon (8.57%). Furthermore, seedlings treated with Bocashi gallinaza showed similar growth to Bocashi vacaza in terms of root length, number of leaves and stem length. It was concluded that Bocashi chicken manure was the most effective treatment in terms of nutrition and growth of the seedlings, standing out for its better nutrient retention, improved humidity and its C/N ratio, favoring balanced soil decomposition.

**Keywords:** soil conservation, organic agriculture, agroecology, sustainability

## Introducción

La producción de hortalizas está estrechamente vinculada al desarrollo agrícola y rural debido a su carácter intensivo. Este sector es una fuente de empleo y contribuye a la alimentación de familias de escasos recursos, al mismo tiempo que mejora los niveles nutricionales (Ferratto & Rodríguez Fazzone, 2010). Además, las hortalizas se destacan por generar mayores ingresos en un periodo de tiempo reducido en comparación con otros cultivos tradicionales, lo que posibilita inversiones en la preparación de nuevos cultivos. Sin embargo, dependiendo del manejo y las características intrínsecas de los suelos, los cultivos de hortalizas no tienden a degradar el suelo de manera inmediata (FAO, 2010).

La globalización agrícola se ha caracterizado por el uso intensivo de productos en los procesos de producción, lo que ha convertido a los agroecosistemas en dependientes de recursos externos. Este tipo de producción intensiva ha sido favorecida en parte por el uso de fertilizantes sintéticos (Altieri & Nicholls, 2002). Hoy en día, existen alternativas para una producción más sostenible, como la agricultura orgánica, que promueve sistemas de producción basados en tecnologías que incluyen la gestión y protección de los recursos naturales sin el uso de productos químicos (Bettiol, Ghini, Galvão, & Siloto, 2004).

Los agricultores que han adoptado prácticas de agricultura orgánica en sus terrenos no solo están mejorando los procesos naturales y las interacciones biológicas del suelo, sino que también están reduciendo significativamente el

uso de recursos externos, aumentando la eficiencia de los recursos básicos. De este modo, están explorando vías innovadoras para reducir costos, proteger la salud y el medio ambiente (Restrepo Rivera, 2007).

Según el Banco Central de Honduras (BCH) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), más del 35.8% de la población económicamente activa trabaja en el sector agrícola (Rodríguez, 2014). De este porcentaje, más de la mitad se dedica a la agricultura tradicional, lo que acelera la degradación de los suelos. No obstante, la producción orgánica en Honduras alcanza las 61,000 toneladas métricas en un área de 29,085.53 hectáreas cultivadas. Los principales productos orgánicos incluyen café, piña, banano, mango, hortalizas, naranjas, cacao, pimienta gorda, marañón, panela, zábila, camote, camarón y subproductos de valor agregado.

El abono orgánico fermentado tipo Bocashi, originario de Japón, significa "cocer al vapor" los materiales a utilizar. El procedimiento de elaboración puede variar, ya que se aprovecha el calor generado por la fermentación semi-aeróbica de los materiales (Restrepo Rivera, 2007). Esta biomasa de residuos está compuesta por varios grupos de organismos, como virus, hongos, protozoarios y actinomicetos, los cuales juegan un papel esencial en el proceso de descomposición de la materia orgánica, manteniendo las condiciones fisicoquímicas, el ciclo de nutrientes y el flujo de energía (D'Andréa et al., 2002; Silva, Curi, Siqueira, & Carneiro, 2002). Los hongos y las bacterias presentes en el

bocashi pueden establecer relaciones simbióticas con las plantas, contribuyendo a su salud y desarrollo.

El uso de estos abonos orgánicos aumenta la capacidad de los cultivos para responder a diferentes tipos de estrés, como el déficit hídrico o la baja concentración de nutrientes, que pueden provocar alteraciones físicas en las plantas. Debido a la falta de datos técnicos sobre la fertilización del chile en sistemas orgánicos, el objetivo del presente estudio fue evaluar las fórmulas más convenientes de tres diferentes sustratos de abono orgánico fermentado tipo Bocashi en la producción de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.).

El objetivo de esta investigación es evaluar la efectividad de tres diferentes fórmulas de abono orgánico fermentado tipo Bocashi en la producción de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.), con el fin de determinar cuál proporciona los mejores resultados en términos de crecimiento y nutrición en un sistema de cultivo orgánico.

## Materiales y Métodos

### Metodología

El experimento se realizó con el fin de evaluar la respuesta del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos tipo Bocashi. El estudio se llevó a cabo en el Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA), ubicado en el municipio de La Ceiba, departamento de Atlántida, bajo condiciones de invernadero. La localización geográfica es 15° 47' 20" de latitud norte y 87° 51' 15" de longitud oeste, a una altitud de 9 msnm. El suelo experimental corresponde a un Vertisol, con un contenido superior al 30% de arcilla hasta una profundidad de 50 cm, según la clasificación taxonómica de la USDA. La precipitación media anual en la zona es de aproximadamente 2500 mm.

### Preparación del Bocashi

Para la elaboración del Bocashi, se utilizó la fórmula propuesta por Restrepo Rivera (2007),

combinando los siguientes ingredientes en las cantidades indicadas: 92 kg de suelo tamizado, 92 kg de cascarilla de arroz, 92 kg de estiércol de vaca (vacaza), 92 kg de estiércol de gallina (gallinaza), 92 kg de estiércol de cerdo (cerdaza), 46 kg de carbón mineral quebrado en pequeñas partículas, 2.27 kg de cal dolomita, 92 kg de Bocashi Curtido (fermentado entre 2 y 4 meses), 1 litro de melaza diluido en 100 g de levadura de pan y agua según la prueba de humedad (prueba de puño). Esta formulación se aplicó en tres tratamientos diferenciados por el tipo de estiércol utilizado. El estiércol fue recolectado del área de ordeño del CURLA.

### Diseño experimental

Se utilizaron tres tipos de Bocashi, con los siguientes tratamientos:

- Bocashi Vacaza: con estiércol de vaca, a una proporción de 2 kg de suelo + 1 kg de Bocashi.
- Bocashi Gallinaza: con estiércol de gallina, a una proporción de 2 kg de suelo + 1 kg de Bocashi.
- Bocashi Cerdaza: con estiércol de cerdo, a una proporción de 2 kg de suelo + 1 kg de Bocashi.

Los sustratos fueron mezclados manualmente y transferidos a recipientes plásticos. La metodología seguida para la preparación del Bocashi fue la recomendada por Restrepo Rivera (2007).

El diseño experimental fue completamente al azar, con tres tratamientos y un testigo (suelo sin enmienda). Cada tratamiento se repitió tres veces, y cada unidad experimental estuvo conformada por cinco plántulas. Las variables evaluadas incluyeron la longitud de raíz, el número de hojas y la longitud del tallo, medidas 60 días después de la siembra.

### Siembra y manejo de plántulas

La siembra de las semillas de chile dulce se realizó 20 días después de la preparación del Bocashi, en julio de 2018. Se utilizaron maceteros plásticos de 20 cm de profundidad y

10 cm de ancho, dispuestos en un invernadero de 196 m<sup>2</sup> (14 x 14 m). Por cada tratamiento se colocaron nueve maceteros, y se incluyó un testigo con suelo sin abono. Los maceteros fueron llenados con 2000 g de suelo y 1000 g del respectivo abono.

### Análisis de los sustratos y variables de crecimiento

Se analizaron las propiedades físicas y químicas de los abonos (pH, materia orgánica y conductividad eléctrica) y las variables de crecimiento (longitud de raíz, número de hojas y longitud de tallo). Tres muestras de cada tratamiento se tomaron para los análisis físicos y químicos de los sustratos, y se realizaron tres repeticiones de las variables de crecimiento. En total, se tomaron nueve muestras de sustratos y nueve mediciones de crecimiento.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de

significancia de  $p < 0.05$ . Para comparar las medias, se utilizó la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron con el software Minitab 17 (Arend, 2010).

## Resultados

### Macronutrientes en diferentes enmiendas orgánicas a base de Bocashi

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas en el contenido de macronutrientes entre los distintos abonos orgánicos elaborados. En particular, las concentraciones de nitrógeno (N) fueron significativamente mayores en el Bocashi a base de gallinaza (0,69 %) en comparación con las demás formulaciones. El Bocashi a base de vacasa presentó la concentración más baja de nitrógeno (0,29 %), aunque no hubo diferencias estadísticas significativas con el Bocashi a base de cerdaza (Cuadro No. 1).

**Cuadro No. 1.** Análisis de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en tres abonos orgánicos a base de Bocashi empleados en la producción de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018

| Tratamiento       | g kg <sup>-1</sup> |   |      |   |       |   |       |   |      |   |      |   |
|-------------------|--------------------|---|------|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|
|                   | N                  |   | P    |   | K     |   | Ca    |   | Mg   |   | S    |   |
| Bocashi Cerdaza   | 4,5                | B | 2,83 | B | 4,22  | B | 9,66  | B | 3,44 | B | 0,70 | B |
| Bocashi Gallinaza | 6,9                | A | 4,35 | A | 10,86 | A | 30,44 | A | 5,41 | A | 1,62 | A |
| Bocashi Vacaza    | 2,9                | B | 1,09 | C | 3,61  | B | 6,52  | B | 2,76 | B | 0,37 | C |

Fuente: elaboración propia

### Fósforo (P)

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas en la concentración de fósforo entre los tratamientos (Cuadro No. 2). El Bocashi a base de gallinaza presentó la mayor concentración de fósforo (4,35 g kg<sup>-1</sup>), seguido por el Bocashi a base de cerdaza con 2,83 g kg<sup>-1</sup>. El Bocashi a base de vacasa registró la menor concentración de fósforo (1,09 g kg<sup>-1</sup>), con diferencias estadísticas significativas con respecto a los otros tratamientos.

### Potasio (K)

En cuanto al potasio, se observó un patrón similar al nitrógeno, donde el Bocashi a base de gallinaza mostró la mayor concentración (10,86 g kg<sup>-1</sup>). Aunque el Bocashi a base de vacasa presentó la menor concentración de potasio (3,61 g kg<sup>-1</sup>), no se registraron diferencias estadísticas significativas con respecto al Bocashi a base de cerdaza, que mostró una concentración de 4,22 g kg<sup>-1</sup>.

En cuanto al contenido de calcio (Ca) en los sustratos mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro No. 2). El Bocashi a base de gallinaza presentó la mayor concentración de calcio (30,44 g kg<sup>-1</sup>), mientras que los otros tratamientos, Bocashi a base de cerdaza (9,66 g kg<sup>-1</sup>) y vacaza (6,52 g kg<sup>-1</sup>), no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

En cuanto al magnesio (Mg), el comportamiento fue similar, con el Bocashi a

base de gallinaza registrando la mayor concentración (5,41 g kg<sup>-1</sup>), seguido por el Bocashi a base de cerdaza (3,44 g kg<sup>-1</sup>) y vacaza (2,76 g kg<sup>-1</sup>).

Por otro lado, el contenido de azufre (S) fue mayor en el Bocashi a base de gallinaza (1,64 g kg<sup>-1</sup>), seguido por el Bocashi a base de cerdaza (0,70 g kg<sup>-1</sup>), mientras que el Bocashi a base de vacaza presentó la menor concentración de azufre (0,37 g kg<sup>-1</sup>).

**Cuadro No. 2.** Concentración (mg kg<sup>-1</sup>) de micronutrientes (Zn, Mn, B, Cu) y elemento benéfico (Na) en tres diferentes enmiendas orgánicas a base de bocashi, empleado en la producción de plántulas de chile (*Chapiscan annuum* L.). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018

| Tratamiento       | Zn                 |   | Mn     |   | B     |   | Cu     |   | Na      |   |
|-------------------|--------------------|---|--------|---|-------|---|--------|---|---------|---|
|                   | g kg <sup>-1</sup> |   |        |   |       |   |        |   |         |   |
| Bocashi Cerdaza   | 279,67             | A | 723,33 | A | 5,00  | B | 106,33 | A | 420,67  | B |
| Bocashi Gallinaza | 195,33             | B | 742,67 | A | 14,00 | A | 42,00  | B | 1057,67 | A |
| Bocashi Vacaza    | 97,67              | C | 739,00 | A | 5,00  | B | 22,00  | C | 247,67  | C |

Fuente: elaboración propia

Se observó variabilidad estadística en las propiedades químicas y físicas de las enmiendas fabricadas, con el Bocashi como referencia (Cuadro No. 3). El pH de las enmiendas varió entre 6,45 y 7,92, destacando la gallinaza por su tendencia hacia la alcalinidad, mientras que la cerdaza mostró los valores más bajos, lo que indica una mayor acidez. En cuanto a la conductividad eléctrica, el Bocashi a base de gallinaza presentó el valor más elevado (13,14 dS m<sup>-1</sup>), en contraste con

el Bocashi a base de vacaza, que mostró la menor conductividad (1,86 dS m<sup>-1</sup>).

Aunque se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a la humedad y la materia seca (MS) de los materiales orgánicos, los valores numéricos fueron similares entre las enmiendas. La humedad osciló entre 3,11 % y 4,13 %, mientras que la materia seca presentó un rango entre 95,87 % y 96,89 %.

**Cuadro No. 3.** Caracterización química y física de los abonos orgánicos a base de bocashi empleado en la producción de plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018

| Tratamiento       | pH       | Conductividad eléctrica | Humedad  | Materia seca | M. O.    | Carbono  | C/N      |
|-------------------|----------|-------------------------|----------|--------------|----------|----------|----------|
| Bocashi Cerdaza   | 15,32 AB | 15,32 AB                | 15,32 AB | 15,32 AB     | 15,32 AB | 15,32 AB | 15,32 AB |
| Bocashi Gallinaza | 12,47 B  | 12,47 B                 | 12,47 B  | 12,47 B      | 12,47 B  | 12,47 B  | 12,47 B  |
| Bocashi Vacaza    | 19,89 A  | 19,89 A                 | 19,89 A  | 19,89 A      | 19,89 A  | 19,89 A  | 19,89 A  |

Fuente: elaboración propia

El mayor reservorio de materia orgánica lo presentó el bocashi de gallinaza, aun así, los dos restantes contienen considerable fuente de nutrimentos. La capacidad de mineralización reflejada por la relación C: N es adecuada en los abonos elaborados, teniendo mayor potencial la gallinaza por su menor valor (12,47), siendo opciones viables las de proyectos porcinos y ganaderos.

### Influencia de las enmiendas orgánicas en las variables de crecimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.)

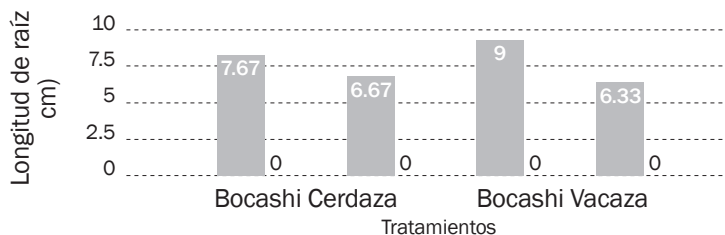
El crecimiento vigoroso y saludable en la etapa de vivero es crucial para asegurar una producción exitosa en la fase de campo. Los abonos orgánicos influyeron positivamente en el desarrollo del sistema radicular del chile en

comparación con las plántulas que crecieron en suelo sin enmiendas. Las raíces más largas fueron promovidas por la enmienda a base de estiércol vacuno, seguida de cerca por la cerdaza y la gallinaza (Figura No. 1).

La mayor emisión foliar fue a través del uso de la Bocashi Gallinaza (11), aunque no se registró diferencias estadísticas con el resto de los abonos, pero sí con el suelo, quien generó el menor número de hojas (7) (Figura No. 2).

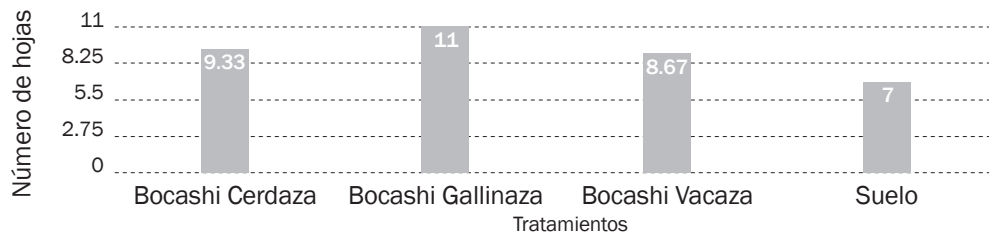
La longitud del tallo de las plantas fue mayor en el Bocashi Vacasa con 34 cm en comparación de los diferentes abonos orgánicos en comparación y con el uso del suelo, siendo las enmiendas a base de gallinaza y vacasa las que estimularon mejores respuestas de crecimiento, aunque no difieren entre sí. (Figura No. 3).

**Figura No. 1.** Diferencia en la variable de longitud de raíz en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) en diferentes abonos orgánicos a base de Bocashi. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018. Promedios con igual letra en cada columna no difieren significativamente según Tukey ( $p < 0,05$ )



Fuente: elaboración propia

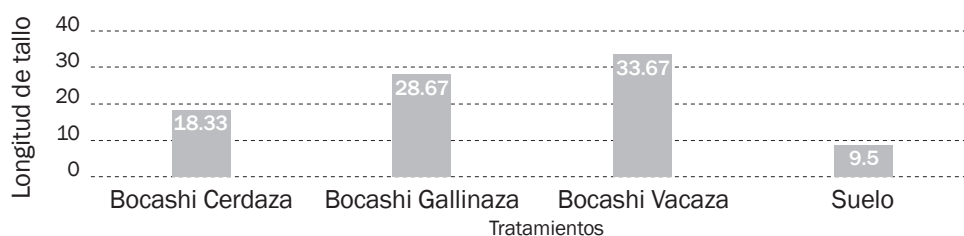
**Figura No. 2.** Diferencia en la variable de longitud de número de hojas en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) en diferentes abonos orgánicos a base de bocashi). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018. Promedios con igual letra en cada columna no difieren significativamente según Tukey ( $p < 0,05$ )



Fuente: elaboración propia



**Figura No. 3.** Diferencia en la variable de longitud de tallo en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) en diferentes abonos orgánicos a base de bocashi. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, CURLA, La Ceiba, Honduras, 2018. Promedios con igual letra en cada columna no difieren significativamente según Tukey ( $p < 0,05$ )



Fuente: elaboración propia

## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la influencia de los diferentes tipos de Bocashi en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de chile (*Capsicum annuum*). En particular, el Bocashi Gallinaza presentó las concentraciones más altas de macronutrientes esenciales como nitrógeno ( $6,9 \text{ g kg}^{-1}$ ), fósforo ( $4,35 \text{ g kg}^{-1}$ ) y potasio ( $10,86 \text{ g kg}^{-1}$ ), lo que sugiere una mayor disponibilidad de estos elementos clave para el crecimiento de las plántulas (Restrepo Rivera, 2007), (Bettiol, Ghini, Galvão, & Siloto, 2004). Estos resultados coinciden con estudios previos que indican que los abonos orgánicos con alta concentración de nutrientes pueden mejorar significativamente el crecimiento inicial de las plantas (D'Andréa, Silva, Curi, Siqueira, & Carneiro, 2002).

En cuanto a las variables de crecimiento, se observó que el Bocashi Vacaza favoreció el mayor desarrollo en longitud de tallo (34 cm), mientras que la profundidad de raíz fue mayor en plantas tratadas con este mismo Bocashi. Esto podría estar relacionado con una mejor estructura del suelo y una liberación progresiva de nutrientes que favorece un crecimiento radicular profundo (Altieri & Nicholls, 2002). Por otro lado, el Bocashi Gallinaza registró el mayor número de hojas, lo que sugiere una mayor actividad fotosintética, posiblemente debido a la mejor disponibilidad de nitrógeno en este tratamiento (Food and Agriculture Organization [FAO], 2010).

El testigo sin aplicación de Bocashi mostró los valores más bajos en todas las variables evaluadas, lo que confirma la importancia de la incorporación de materia orgánica para mejorar la disponibilidad de nutrientes y la calidad del sustrato (Ferratto & Rodríguez Fazzone, 2010). La relación C/N en los Bocashi evaluados también parece desempeñar un papel fundamental en la descomposición de la materia orgánica y la liberación gradual de nutrientes, con valores más equilibrados en el Bocashi Gallinaza (Silva, Curi, Siqueira, & Carneiro, 2002).

Las diferencias observadas entre los tratamientos pueden atribuirse a la composición específica de cada Bocashi, particularmente al origen del material orgánico utilizado. En futuros estudios, sería recomendable evaluar la mineralización de los nutrientes en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, así como el impacto en la producción y calidad del fruto. Además, la inclusión de un análisis microbiológico podría proporcionar información valiosa sobre la actividad biológica promovida por estos abonos en el suelo y su relación con el crecimiento de las plántulas.

## Conclusión

El presente estudio demostró que el uso de abonos orgánicos tipo Bocashi influye significativamente en el crecimiento de plántulas de chile (*Capsicum annuum*). En

particular, el Bocashi Gallinaza se destacó como el tratamiento más efectivo al proporcionar mayores concentraciones de macronutrientes esenciales, lo que resultó en un mayor número de hojas y una mejor absorción de nutrientes. Por otro lado, el Bocashi Vacaza promovió un mejor desarrollo del sistema radicular y una mayor longitud de tallo, lo que sugiere que diferentes formulaciones de Bocashi pueden optimizar distintas características de crecimiento en las plántulas.

Estos hallazgos resaltan la importancia del uso de abonos orgánicos en la producción de plántulas, ya que mejoran la calidad del sustrato y la disponibilidad de nutrientes en comparación con suelos sin enmiendas. Se recomienda continuar investigando la dinámica de liberación de nutrientes en diferentes etapas del cultivo y explorar su impacto en la producción final del chile en campo. Además, estudios futuros podrían incluir un análisis microbiológico detallado para comprender mejor la contribución de los microorganismos en la mejora del crecimiento vegetal.

## Agradecimientos

Agradezco sinceramente a los autores que han contribuido con su valioso conocimiento y experiencia para la realización de este estudio. Su dedicación y esfuerzo en la investigación sobre el uso de abonos orgánicos en la producción de plántulas de chile han sido fundamentales para la concreción de este trabajo. Quiero expresar un agradecimiento especial a la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, en particular al Campus Atlántida, por el respaldo continuo y los recursos proporcionados para el desarrollo de esta investigación. Además, extendiendo mi agradecimiento a los estudiantes que participaron activamente en el trabajo de campo, cuya colaboración fue esencial para el éxito de este estudio. Sin su compromiso y colaboración, este trabajo no habría sido posible.

## Referencias bibliográficas

- Abbasi, M. K., & Khaliq, A. (2016). Nitrogen mineralization of a loam soil supplemented with organic-inorganic amendments under laboratory incubation. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1038.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01038>
- Anggraheni, Y. G. D., Nuro, F., & Paradisa, Y. B. (2019, May). Effect of organic fertilizer on growth and yield of chili pepper. In *Proceedings The SATREPS Conference* (Vol. 2, No. 1, pp. 30-37).
- Agehara, S., & Warncke, D. D. (2005). Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. *Soil Science Society of America Journal*, 69(6), 1844-1855.  
<https://doi.org/10.2136/sssaj2004.0361>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas*, 64 (3), 17-24.  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2039e/A2039e.pdf>
- Arend, D. N. (2010). *Minitab 17 Statistical Software* [Data set]. Minitab, LLC. Inc.  
<https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/free-trial/>
- Aslantas, R., Cakmakc, C. R., & Sahin, F. (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111(4), 371-377.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.016>
- Barahona, L. A., & Villareal, J. E. (2015, 28 de septiembre). *Efecto de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo*. Instituto de Innovación Agropecuario de Panama: <http://www.idiap.gob.pa/>
- Barber, K. L., Maduxx, L. D., Kissel, D. E., Pierzynski, G. M., & Bock, B. R. (2003). Corn Responses to ammonium and Nitrate-Nitrogen Fertilization Soil. *Soil Science Society America Journal*, 56(4), 1166-1171.  
<https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600040027x>



- Beltrán Morales, F. A., Nieto Garibay, A., Murillo Chollet, J. S. A., Ruiz Espinoza, F. H., Troyo Dieguez, E., Alcalá Jauregui, J. A., & Murillo Amador, B. (2019). Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica. *Terra Latinoamericana*, 37(4), 371-378.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v37i4.520>
- Bernal, M. P., Navarro, A. F., Sanchez Monedero, Roig, A., & Cegarra, J. (1998). Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 30 (3), 305-313.  
[https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(97\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(97)00129-6)
- Bettiol, W., Ghini, R., Galvao, J. H., & Siloto, R. C. (2004). Organic and conventional tomato cropping systems. *Scientia. Agricola*, 61(3) 253-259.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000300002>
- Camacho, A., Martinez, L., Ramirez, H., & Valenzuela, R. (2014). Effect of inoculating white-rot fungus during different phases on the compost maturity of agricultural wastes. *Proc. Biochem.* 44: 396-400.
- Cantarero Herrera, R. J., & Martinez Torrez, O. A. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiercol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (Zea Mays L.). Variedad NB-6.* [Tesis de diplomado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio universitario de la Universidad Nacional Agraria.  
<https://repositorio.una.edu.ni/1853/1/tnf04c229.pdf>
- Castellanos, J. Z., Márquez, J. J., Etchever, J. D., Aguilar, A., & Salinas, J. R. (1996). Efecto de largo plazo de la aplicación de estiercol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades del suelo en una región árida irrigada del norte de México. *Terra*, 151-158.
- D'Andréa, A. F., Silva, M. N., Curi, N., Siqueira, J. O., & Carneiro, M. C. (2002). Atributos Biológicos da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 26(4) 913-923.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000400008>
- Day, M. Y., & Shaw, K. (2001). Biological, chemical and physical processes of composting. In P. J. Sfofella, & B. A. Kahn (Eds.), *Compost utilization in horticultural cropping systems* (pp. 17-50). CRC Press.
- Datzell, H. W. (1991). Manejo del suelo producción y uso de composta en ambientes tropicales (Boletín de suelos # 56). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.  
<https://www.worldcat.org/title/manejo-del-suelo-produccion-y-uso-del-composte-y-ambientes-tropicales-y-subtropicales/oclc/689555292>
- Ferratto, J. A., & Rodríguez Fazzone, M. (2010). *Buenas Prácticas para la Agricultura Familiar, Cadena de las Principales Hortalizas de hojas en Argentina.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.  
<http://www.fao.org/docrep/019/i1600s/i1600s.pdf>
- García-Gómez, A., & Bernal, M. P. (2005). *The feasibility of olive husk co-composting with cotton waste.* En M. P. Bernal, R. Moral, R. Clemente, & C. Paredes (Eds.), *Sustainable Organic Waste Management for Environmental Pollution and Food Safety* (Vol. 2, pp. 277-280). Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- García Hernández, J. L., Valdéz Cepeda, R. D., Murillo Amador, B., Nieto Garay, A., Beltrán, L. F., Magallanes Quintanar, R., & Troyo Dieguez, E. (2004). Compositional nutrient diagnosis and main nutrient interactions in yellow pepper grown on desert calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(4), 509-515.  
<https://doi.org/10.1002/jpln.200320370>
- Gélinas, P., Morin, C., Reid, J. F., & Lachance, P. (2009). Wheat cultivars grown under organic agriculture and the bread making performance of stone-ground whole wheat flour. *Journal of food and Technology*, 44(3), 525-530.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01838.x>

- Hernández-Mendoza, T. M., Salcedo-Pérez, E., Arévalo-Galarza, G., & Galvis-Spinola, A. 2007. Evaluación de la lignina como indicador de la capacidad de aporte de nitrógeno de residuos orgánicos. *Revista Chapingo, Serie Ciencias forestales y del ambiente*, 13(1), 5-13.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v13n1/2007-4018-rcscfa-13-01-5.pdf>
- Hossain MS, Hossain A, Sarkar MAR, Jahiruddin M, Teixeira JA, Hossain MI. Productivity and soil fertility of the rice-wheat system in high Ganges Rive floodplain of Bangladesh is influenced by the inclusion of legumes and manure. *Agric Ecosyst Environ*. 2016; 218: 40–52.
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., & Coleman, K. (2009). Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in Agronomy*, 101, 1-57.  
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00801-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00801-8)
- Li, L. L., Li, S. T. (2014). Nitrogen mineralization from animal manures and its relation to organic N fractions. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(9), 2040-2048.  
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60769-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60769-3)
- Lopes Monteiro Neto, J. L., Farias Araújo, W., Braga Oliveira Vilarinho, L., Soares da Silva, E., Brendell Lima Araújo, W., & Tadashi Sakazaki, R. (2016). Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 11(4), 289-297.  
<https://doi.org/10.5039/agraria.v11i4a5395>
- López Mtz, J. D., Díaz Estrada, A., Martínez Rubin, E., & Valdez Cepeda, R. D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. *Terra Latinoamericana*, 19(4), 293-299.  
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
- Muñoz Villalobos, J. A., Velásquez Valle, M. A., Osuna Ceja, E. S., & Macías Rodríguez, H. (2014). El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Revista Chapingo serie zonas áridas*, 13(1), 27-32.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2012.06.022>
- Naik, M. H., & Sri Hari Babu, R. (2005). Feasibility of organic farming in guava (*Psidium guajava* L.). *Acta Horticulturae*, 735(52), 365-372.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.735.52>
- Natesh, N., B. S. Vyakaranahal, M. Shekhargouda, and V. K. Deshpande. Effect of micronutrients and organics on growth, seed yield and quality of chilli. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 2010; 18(2) :334-337
- Nieto Garibay, A, Murillo Amador, B, Troyo Diéguez, E. (2001) Evaluación de variables ecofisiológicas en plantas de ají (*Capsicum frutescens*) bajo tratamiento de composta y fertilizante químico. *Phyton*, 2001, 25-34.
- Nurlenawati N, Jannah A, Nimih. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicu annuum* L.) Varietas Prabhu Terhadap Berbagai Dosis Pupuk dan Bokhasi Jerami Limbah Jamur Merang. *Agrika*. 2010;4(1):9–20
- Ochoa Estrada, S., Ortíz Solorio, C. A., Gutiérrez Castorena, M. del C., Quintero Lizaola, R., & Silva Garcia, T. J. (2009). Aplicación directa de residuos sólidos orgánicos municipales a suelos volcánicos. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 53-62.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n1/v27n1a7.pdf>
- Ormeño, M., Ovalle, A., Terán, N., & Rey, J. C. (2013). Evaluación de diferentes abonos orgánicos en el desarrollo de plantas de guayaba y calidad de los suelos en vivero. *Agronomía Tropical*, 63(1-2), 73-84.  
<http://ve.scielo.org/pdf/at/v63n1-2/art08.pdf>
- Peirce, C. A. E., Smernik, R. J., & McBeath, T. M. (2013). Phosphorus availability in chicken manure is lower with increased stockpiling period, despite a larger orthophosphate content. *Plant Soil*, 373, 359–372.  
<https://doi.org/10.1007/s11104-013-1807-9>
- Restrepo Rivera, J. (2007). Manual Práctico: El A,B, C de la agricultura orgánica y harina de roca (1 a ed.). Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible [SIMAS].  
<https://caminosostenible.org/wp-content/uplo>

ads/BIBLIOTECA/El\_ABC\_de\_la\_agricultura\_org  
anica\_y\_harina\_de\_rocas.pdf

Roa, Y. (2012). El Compost de Gallinaza como el perfecto abono orgánico. Ventajas y desventajas. Peru. Obtenido de:  
<https://agronomaster.com/gallinaza-como-abono/>

Rodríguez, L. (2014, 18 de julio). *El Agro ocupa el 36% de PEA en Honduras*. El Heraldo. <https://www.elheraldo.hn/economia/730624-216/agro-ocupa-36-de-la-pea-enhonduras>.

Romero Lima, M. R. (1997). *Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo*. [Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados de México].

Silva Días, E., Lopes Monterio Neto, J. L., Dresch, B. L., Oliveira Rodrigues, R., Farias Araújo, W., Alves Chagas, E., da Silva Maia, S., da Silva Siquiera, R. H., Cardoso Chagas, P., Tadashi Sakazaki, R., Soares-da-Silva, E., Alves de Albuquerque, J. de A., & Abanto-Rodríguez, C. (2020). Organic fertilization for the beginning of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivation in savanna soils. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 27(1), 27-42.  
<http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2020.05.011>

Silvia M, Susanti H, Samharinto., Noor GMS. Produksi Tanaman Cabe Rawit (*Capsicum frutescent* L.) di Tanah Ultisol Menggunakan Bokashi Sampah Organik Rumah Tangga dan NPK. *EnviroScienceae*. 2016; 12: 22-7.

Tyson, S. C., & Cabrera, M. L. (1993). Nitrogen mineralization in soils amended with composted and uncomposted poultry litter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24(17-18), 2361-2374.  
<https://doi.org/10.1080/00103629309368961>

Valdtighi, M. M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., & Vallini, D. (1996). Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth with a plant (*Cichorium intybus*) -soil system: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 58(2-3), 133-144.

[https://doi.org/10.1016/0167-8809\(96\)01031-6](https://doi.org/10.1016/0167-8809(96)01031-6)

Vazquez Vasquez, C., García Hernández, J. L., Salazar Rosa, E., López Martínez, J. D., Valdez Cepeda, R. D., Orona Castillo, I., Gallegos Robles, M. A., & Preciado Rangel, P. (2011). Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de dhile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 69-74.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60920104010>

Walker, D. J., & Bernal, M. P. (2007). The effect of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a high saline soil. *Bioresource Technology*, 23, 120-128.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.12.006>

Wanzala, J. (2016, 31 de octubre). *Degradación de Suelo*. Hondudiario.com: Primer periódico digital de Honduras.  
<https://hondudiario.com/2016/10/31/degradacion-del-suelo>