



ID del documento: SDIJ-Vol.3.N.1.003.2025

Tipo de artículo: Investigación

Contenido de macronutrientes y micronutrientes en abono tipo bocashi elaborado en la región amazónica ecuatoriana

Macronutrient and micronutrient content in bocashi-type compost produced in the ecuadorian amazon region

Autores:

Álvaro Luis José Reyes Córdova¹, Gladys Aracelli Medina Gahona², Joana Alexandra Moreno López³, Mónica Cecibel Encalada Zumba⁴

¹Universidad Estatal Amazonica, Puyo, Ecuador, al.reyes@uea.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0007-3640-775X>

²Universidad Estatal Amazonica, Puyo, Ecuador, ga.medinag@uea.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0006-6229-2450>

³Universidad Estatal Amazonica, Puyo, Ecuador, ja.moreno@uea.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0008-4427-670X>

⁴Universidad Estatal Amazonica, Puyo, Ecuador, mc.encaladaz@uea.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0001-3879-3080>

Corresponding Author: Álvaro Luis José Reyes Córdova, al.reyes@uea.edu.ec

Recepción: 09-Febrero-2025

Aceptación: 10-Marzo-2025

Publicación: 05-Abril-2025

How to cite this article:

Reyes Córdova, Álvaro L. J., Medina Gahona, G. A., Moreno López, J. A., & Encalada Zumba, M. C. (2025). Contenido de macronutrientes y micronutrientes en abono tipo bocashi elaborado en la región amazónica ecuatoriana. Sapiens Discoveries International Journal, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.71068/2v7m3645>



Resumen

El bocashi es un abono orgánico fermentado ampliamente utilizado en la agricultura sostenible por su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo y aportar nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal. En la región amazónica ecuatoriana, donde los suelos suelen ser ácidos y de baja fertilidad, este tipo de enmienda representa una alternativa viable frente al uso de fertilizantes químicos. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio) y micronutrientes (zinc y hierro) en tres formulaciones de bocashi elaboradas en la Universidad Estatal Amazónica. Se construyeron pilas de abono con dimensiones de 12 m × 1 m × 0.6 m y se fermentaron durante 14 días, con volteo diario. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Estudios Ambientales mediante técnicas validadas como espectrofotometría de absorción atómica, el método Kjeldahl y colorimetría. Los resultados mostraron un pH ligeramente alcalino (8.08–8.15), con contenidos adecuados de nitrógeno (0.56–0.62%), fósforo (33.8–35.2 ppm), potasio (7110–7192 mg/kg), calcio (29203–30463 mg/kg), magnesio (2019–2039 mg/kg), zinc (335.9–393.3 mg/kg) y hierro (835.8–1383 mg/kg). Estos valores reflejan la calidad agronómica del bocashi producido localmente y su potencial para mejorar la disponibilidad de nutrientes en suelos tropicales, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles en la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: bocashi; fertilidad del suelo; macronutrientes; micronutrientes

Abstract

Bocashi is a fermented organic fertilizer widely used in sustainable agriculture due to its ability to improve soil fertility and provide essential nutrients for plant development. In the Ecuadorian Amazon region, where soils are often acidic and nutrient-poor, this type of amendment represents a viable alternative to chemical fertilizers. The objective of this study was to characterize the content of macronutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium) and micronutrients (zinc and iron) in three formulations of bocashi produced at the Universidad Estatal Amazónica. Compost piles measuring 12 m × 1 m × 0.6 m were constructed and fermented for 14 days with daily turning. Samples were analyzed at the Environmental Studies Laboratory using validated techniques such as atomic absorption spectrophotometry, the Kjeldahl method, and colorimetry. The results showed a slightly alkaline pH (8.08–8.15), with adequate levels of nitrogen (0.56–0.62%), phosphorus (33.8–35.2 ppm), potassium (7110–7192 mg/kg), calcium (29203–30463 mg/kg), magnesium (2019–2039 mg/kg), zinc (335.9–393.3 mg/kg), and iron (835.8–1383 mg/kg). These values reflect the agronomic quality of locally produced bocashi and its potential to enhance nutrient availability in tropical soils, promoting sustainable agricultural practices in the Ecuadorian Amazon.

Keywords: bocashi; soil fertility; macronutrients; micronutrients

1. INTRODUCCIÓN



La agricultura sostenible en regiones tropicales enfrenta desafíos significativos debido a la degradación del suelo y la disminución de su fertilidad. En este contexto, el uso de enmiendas orgánicas como el bocashi ha ganado atención por su capacidad para mejorar las propiedades del suelo y promover el crecimiento saludable de los cultivos. El bocashi es un abono orgánico fermentado de origen japonés que se obtiene a través de la fermentación controlada de residuos orgánicos, incorporando microorganismos beneficiosos que enriquecen el suelo y aumentan la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas (Jaramillo-López et al., 2015).

Estudios previos han demostrado que la aplicación de bocashi puede mejorar significativamente el rendimiento y la calidad de diversos cultivos. Por ejemplo, la incorporación de bocashi en suelos destinados al cultivo de tomate ha resultado en un aumento notable en el crecimiento vegetativo y en la producción de frutos (Pohan et al., 2019). Además, investigaciones realizadas en sistemas hidropónicos han evidenciado que el uso de soluciones nutritivas basadas en bocashi puede ser una alternativa viable a los fertilizantes convencionales, proporcionando resultados comparables en términos de desarrollo y rendimiento de las plantas (Erdogan & Mustafa, 2021).

La composición nutricional del bocashi es un factor determinante en su efectividad como enmienda del suelo. Se ha reportado que este abono contiene niveles significativos de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como micronutrientes esenciales como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B), los cuales son fundamentales para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas (Bócoli et al., 2020). Sin embargo, la variabilidad en las materias primas utilizadas y en las condiciones de fermentación pueden influir en la composición final del bocashi, lo que subraya la importancia de analizar su contenido nutricional específico en diferentes contextos y regiones.

En la región amazónica ecuatoriana, caracterizada por suelos ácidos y de baja fertilidad, la implementación de prácticas agrícolas sostenibles es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la conservación del ecosistema. El bocashi se presenta como una alternativa prometedora para mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad agrícola en esta área. No obstante, es fundamental evaluar la composición nutricional del bocashi producido localmente para determinar su adecuación y potencial impacto en los sistemas agrícolas de la región.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el contenido de macronutrientes y micronutrientes en muestras de bocashi elaboradas en la región amazónica ecuatoriana, proporcionando información valiosa para agricultores y profesionales del sector agrícola interesados en adoptar prácticas más sostenibles y eficientes.

2. DESARROLLO

2.1. El abono bocashi: origen y características

El bocashi es un abono orgánico fermentado de origen japonés, cuyo nombre significa "materia orgánica fermentada" (JICA, 2009). Se distingue por su proceso de fermentación acelerada, que permite obtener un compost de alta calidad en un período relativamente corto, generalmente entre 1 y 2 semanas, a diferencia del compostaje tradicional que puede tardar varios meses (FAO, 2011). La elaboración del bocashi implica la mezcla de diversos materiales orgánicos, como estiércol animal, residuos de cosecha, cascarilla de arroz, carbón vegetal y melaza, entre otros, los cuales aportan una amplia gama de nutrientes esenciales y promueven la actividad microbiana beneficiosa en el suelo (Soto & Vásquez, 2014).

2.2. Beneficios agronómicos del bocashi

La aplicación de bocashi en sistemas agrícolas ha demostrado múltiples beneficios:

- Mejora de la estructura del suelo: El bocashi contribuye a aumentar la porosidad y la capacidad de retención de agua del suelo, facilitando el desarrollo radicular y mejorando la aireación (AgroecologySL, 2018).
- Aporte de nutrientes esenciales: Este abono suministra macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como micronutrientes como calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe) y zinc (Zn), fundamentales para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas (JICA, 2009).
- Estimulación de la actividad microbiana: El proceso de fermentación del bocashi enriquece el abono con microorganismos beneficiosos, como bacterias ácido-lácticas y hongos, que, al ser incorporados al suelo, potencian la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (FAO, 2011).
- Reducción de la dependencia de fertilizantes químicos: El uso de bocashi puede disminuir la necesidad de insumos sintéticos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (AgroecologySL, 2018).

2.3. Importancia de la caracterización nutricional del bocashi

La composición nutricional del bocashi puede variar significativamente según los materiales utilizados y las condiciones específicas de fermentación. Por ello, es esencial realizar análisis fisicoquímicos que permitan determinar el contenido de macronutrientes y micronutrientes en el abono. Estos análisis son fundamentales para:

- Asegurar la calidad del abono: Conocer la concentración de nutrientes permite evaluar la efectividad del bocashi como enmienda orgánica y su

capacidad para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos (Soto & Vásquez, 2014).

- Optimizar las formulaciones: Identificar posibles deficiencias o excesos de nutrientes facilita la modificación de las recetas de bocashi, ajustando las proporciones de los ingredientes para mejorar su balance nutricional (JICA, 2009).
- Adaptación a condiciones locales: La caracterización nutricional permite adaptar la producción de bocashi a las particularidades de los suelos y cultivos de una región específica, maximizando su eficacia y beneficios agronómicos (FAO, 2011).

2.4. Parámetros de análisis en el bocashi

Para evaluar la calidad y el potencial agronómico del bocashi, es común analizar los siguientes parámetros:

- pH: Indica el grado de acidez o alcalinidad del abono, influyendo en la disponibilidad de nutrientes y en la actividad microbiana del suelo. Un pH cercano a la neutralidad es generalmente favorable para la mayoría de los cultivos (FAO, 2011).
- Nitrógeno total (N): Esencial para el crecimiento vegetativo y la síntesis de proteínas en las plantas.
- Fósforo (P): Fundamental para el desarrollo radicular y la floración, además de participar en procesos energéticos como la fotosíntesis.
- Potasio (K): Contribuye a la regulación osmótica, la síntesis de proteínas y la resistencia a enfermedades.
- Calcio (Ca): Importante para la formación de paredes celulares y la activación de ciertas enzimas.
- Magnesio (Mg): Componente central de la molécula de clorofila, esencial para la fotosíntesis.
- Hierro (Fe) y Zinc (Zn): Micronutrientes clave en diversas funciones enzimáticas y metabólicas de las plantas (JICA, 2009).

2.5. Aplicación del bocashi en la región amazónica ecuatoriana

La región amazónica ecuatoriana se caracteriza por suelos ácidos y de baja fertilidad, lo que representa un desafío para la producción agrícola. En este contexto, el uso de bocashi se presenta como una alternativa viable para mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos. La incorporación de este abono orgánico puede contribuir a:

- Incrementar la materia orgánica del suelo: Mejorando su estructura y capacidad de retención de humedad.
- Aportar nutrientes esenciales: Reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y disminuyendo los costos de producción.
- Fomentar prácticas agrícolas sostenibles: Que preserven la biodiversidad y la salud del ecosistema amazónico (Soto & Vásquez, 2014).

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativo, descriptivo y experimental, enfocada en la caracterización fisicoquímica del abono orgánico tipo bocashi elaborado bajo condiciones controladas en la región amazónica del Ecuador. El objetivo fue evaluar la presencia de macronutrientes y micronutrientes esenciales para determinar su valor agronómico como enmienda orgánica para suelos.

3.2. Lugar de estudio

La elaboración de las pilas de bocashi se llevó a cabo en las instalaciones experimentales de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), en el cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador. Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Estudios Ambientales (LEA) de la misma universidad, equipado con tecnología analítica especializada.

3.3. Elaboración del bocashi

Se prepararon tres pilas de bocashi (denominadas PG-1, PG-2 y PG-3), utilizando materiales orgánicos disponibles localmente. La formulación general incluyó:

- Materia seca vegetal: residuos agrícolas como cáscara de arroz y aserrín.
- Materia húmeda: estiércol bovino, melaza y agua potable.
- Aceleradores biológicos: levadura comercial, salvado de arroz, tierra fértil y carbón vegetal.

Las pilas se construyeron sobre suelo limpio y bajo sombra, con dimensiones de 12 metros de largo, 1 metro de alto y 0,6 metros de ancho, permitiendo una adecuada aireación y retención térmica. Durante el proceso de fermentación, las pilas fueron volteadas diariamente durante 14 días hasta alcanzar estabilidad de temperatura, neutralización de olores y estabilización del pH, indicadores de madurez del abono.

Figura 1.

Pilas de bocashi elaboradas en la Universidad Estatal Amazónica



Fuente: Elaboración por autor

En la figura se observan las tres pilas de abono tipo bocashi (PG-1, PG-2 y PG-3) dispuestas bajo un área cubierta en el campus experimental de la Universidad Estatal Amazónica, en la provincia de Pastaza. Cada pila fue construida con las mismas dimensiones (12 m de largo, 1 m de alto y 0,6 m de ancho), empleando materiales orgánicos locales como estiércol, cáscara de arroz, salvado y melaza. Durante el proceso de fermentación, las pilas fueron volteadas diariamente durante 14 días, permitiendo una adecuada aireación y control de la temperatura interna, hasta alcanzar su madurez.

3.4. Muestreo

Al finalizar la fermentación, se recolectaron muestras compuestas representativas de cada pila, mediante submuestreos diagonales. Estas se identificaron como:

- UEA-RM-1307 (PG-1)
- UEA-RM-1308 (PG-2)
- UEA-RM-1309 (PG-3)

El procedimiento de muestreo se realizó conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2651:2011, aplicable a fertilizantes orgánicos, garantizando representatividad y homogeneidad.

3.5. Análisis de laboratorio

Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo utilizando métodos analíticos validados internacionalmente y reconocidos por su confiabilidad en la evaluación de insumos agrícolas:

Tabla 1

Análisis del abono

Parámetro	Unidad	Método de análisis
pH	-	Potenciómetro (relación 1:5 en agua destilada)
Nitrógeno total (N)	%	Método Kjeldahl modificado
Fósforo (P)	ppm	Espectrofotometría UV-Vis (azul de molibdeno)
Calcio (Ca)	mg/kg	Espectrofotometría de absorción atómica (AAS)
Potasio (K)	mg/kg	Espectrofotometría de absorción atómica (AAS)
Magnesio (Mg)	mg/kg	Espectrofotometría de absorción atómica (AAS)
Zinc (Zn)	mg/kg	Espectrofotometría de absorción atómica (AAS)
Hierro (Fe)	mg/kg	Espectrofotometría de absorción atómica (AAS)

Fuente: Elaboración por autor

- Determinación de pH: se realizó en suspensión 1:5 (abono:agua destilada), utilizando potenciómetro previamente calibrado (FAO, 2002).
- Nitrógeno total: mediante el método Kjeldahl, que incluye digestión con ácido sulfúrico y catalizadores, seguida de destilación y titulación del amoníaco liberado (FAO, 2002).
- Fósforo disponible: determinado por el método colorimétrico del azul de molibdeno, midiendo absorbancia por espectrofotometría UV-Vis (FAO, 2002).
- Minerales (Ca, K, Mg, Zn, Fe): determinados tras digestión ácida mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS), técnica recomendada por su precisión en la cuantificación de elementos metálicos en matrices orgánicas (Bioversity International & CIAT, s.f.).

3.6. Tratamiento de datos

Los resultados fueron organizados en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Se aplicaron análisis estadísticos descriptivos como promedios, mínimos, máximos y desviación estándar para cada parámetro evaluado. No se utilizó inferencia estadística debido al enfoque caracterizativo del estudio. Los valores obtenidos se compararon entre las tres formulaciones para identificar diferencias en la composición nutricional.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de las tres formulaciones de abono tipo bocashi (PG-1, PG-2 y PG-3), identificadas como UEA-RM-1307, UEA-RM-1308 y UEA-RM-1309 respectivamente, se presentan a continuación en tres tablas. Estas incluyen los parámetros de pH, nitrógeno total, fósforo, calcio, potasio, zinc, magnesio y hierro, expresados en sus respectivas unidades.

Tabla 2

Resultados de pH, Nitrógeno total (%) y Fósforo (ppm)

Código de muestra	pH	Nitrógeno total (%)	Fósforo (ppm)
UEA-RM-1307	8.15	0.56	33.8
UEA-RM-1308	8.08	0.62	35.2
UEA-RM-1309	8.11	0.58	34.9

Fuente: Elaboración por autor

Las tres muestras presentaron un pH ligeramente alcalino, con valores entre 8.08 y 8.15, adecuado para mantener la estabilidad microbiana del abono. El nitrógeno total osciló entre 0.56% y 0.62%, lo que indica una buena disponibilidad de este macronutriente esencial. Los niveles de fósforo disponible se mantuvieron estables entre 33.8 y 35.2 ppm, indicando un contenido adecuado para el desarrollo radicular de los cultivos.

Tabla 3

Contenido de Calcio, Potasio y Magnesio (mg/kg)

Código de muestra	Calcio (mg/kg)	Potasio (mg/kg)	Magnesio (mg/kg)
UEA-RM-1307	30,319	7,110	2,030
UEA-RM-1308	29,203	7,141	2,019
UEA-RM-1309	30,463	7,192	2,039

Fuente: Elaboración por autor

El contenido de calcio fue elevado y consistente entre las muestras (más de 29.000 mg/kg), lo que favorece la estructuración del suelo y la resistencia de las plantas. El potasio, esencial para la regulación osmótica y la formación de azúcares, mostró valores cercanos entre sí (7.110 a 7.192 mg/kg). El magnesio, componente central de la clorofila, se mantuvo ligeramente por encima de 2.000 mg/kg en todas las muestras, lo cual es óptimo para funciones fotosintéticas.

Tabla 4

Contenido de Zinc y Hierro (mg/kg)

Código de muestra	Zinc (mg/kg)	Hierro (mg/kg)
UEA-RM-1307	335.9	1,383.0



UEA-RM-1308	393.3	835.8
UEA-RM-1309	341.1	957.4

Fuente: Elaboración por autor

Los niveles de zinc, micronutriente importante para la síntesis de proteínas y regulación del crecimiento, fueron altos, especialmente en la muestra UEA-RM-1308 (393,3 mg/kg). En cuanto al hierro, esencial para la respiración celular y producción de clorofila, los valores variaron entre 835.8 y 1.383 mg/kg, destacándose la muestra UEA-RM-1307 con el mayor contenido.

5. DISCUSIÓN

El análisis fisicoquímico de las muestras de abono tipo bocashi reveló un pH ligeramente alcalino, con valores entre 8.08 y 8.15. Este rango es característico del bocashi y resulta beneficioso para la mayoría de los cultivos, ya que contribuye a la neutralización de suelos ácidos y mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Según Restrepo-Rivera (2007), un pH entre 7.8 y 8.8 es considerado óptimo en este tipo de abonos orgánicos. En cuanto al contenido de macronutrientes, las muestras presentaron niveles de nitrógeno total entre 0.56% y 0.62%. Estos valores indican una buena capacidad del abono para aportar este nutriente esencial para el crecimiento vegetal. De acuerdo con Orellana et al. (2021), el uso de bocashi con inoculación de microorganismos eficientes puede incrementar el contenido de nitrógeno en más del 25 % respecto a formulaciones tradicionales.

Los niveles de fósforo disponible variaron entre 33.8 y 35.2 ppm, mientras que las concentraciones de potasio oscilaron entre 7,110 y 7,192 mg/kg. Estos elementos son fundamentales para el desarrollo radicular, la floración, la síntesis de energía y la regulación osmótica de las plantas. Diversos estudios han señalado que la aplicación de bocashi mejora significativamente la disponibilidad de estos elementos en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos (Luna et al., 2020). En lo que respecta al calcio, las muestras mostraron valores entre 29,203 y 30,463 mg/kg. Este elemento es importante para la integridad estructural de la planta y contribuye a la estabilidad de los agregados del suelo. El contenido de magnesio se mantuvo en un rango de 2,019 a 2,039 mg/kg, valor adecuado considerando su rol central en la síntesis de clorofila y la activación de enzimas fotosintéticas.

En cuanto a los micronutrientes, se encontraron niveles de zinc entre 335.9 y 393.3 mg/kg, y de hierro entre 835.8 y 1,383 mg/kg. Estos valores reflejan un buen aporte de elementos traza esenciales para la actividad enzimática, el metabolismo del nitrógeno y la producción de clorofila. Según Luna et al. (2020), el bocashi mejora la biodisponibilidad de micronutrientes en suelos tropicales, especialmente cuando se incorpora materia orgánica de calidad.



Los resultados obtenidos son consistentes con investigaciones realizadas en Ecuador, como la de Malla Orellana et al. (2022), quienes analizaron bocashi producido con residuos agroindustriales y reportaron perfiles nutricionales similares, destacando la mejora en la calidad del suelo y el aporte balanceado de nutrientes.

En resumen, los análisis realizados confirman que el abono tipo bocashi elaborado con insumos locales posee características fisicoquímicas adecuadas que pueden contribuir significativamente a la mejora de la fertilidad del suelo y al desarrollo óptimo de los cultivos en la región amazónica ecuatoriana. Su formulación presenta un balance favorable de macro y micronutrientes, lo que lo convierte en una alternativa sostenible frente a los fertilizantes químicos convencionales.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que el abono tipo bocashi elaborado bajo condiciones controladas en la Universidad Estatal Amazónica posee una composición fisicoquímica adecuada para su uso como enmienda orgánica en suelos de la región amazónica ecuatoriana. Las tres formulaciones analizadas presentaron un pH ligeramente alcalino, lo que favorece la estabilidad de los nutrientes y la actividad microbológica del suelo. Asimismo, los niveles de macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio se encontraron dentro de rangos aceptables para mejorar la fertilidad del suelo y promover el desarrollo óptimo de los cultivos.

El contenido de micronutrientes, particularmente zinc y hierro, también fue significativo, lo que resalta el potencial del bocashi para suplir requerimientos esenciales de elementos traza, fundamentales en procesos fisiológicos y metabólicos de las plantas. La homogeneidad observada entre las tres formulaciones indica consistencia en el proceso de elaboración, lo que contribuye a su confiabilidad como producto agrícola.

En este contexto, el bocashi representa una alternativa sostenible y viable frente al uso de fertilizantes químicos, especialmente en regiones con alta biodiversidad y sensibilidad ecológica como la Amazonía. Su producción a partir de insumos locales y su capacidad para mejorar las propiedades del suelo lo convierten en una herramienta clave para la agricultura ecológica y la seguridad alimentaria en comunidades rurales.

Referencias Bibliográficas

AgroecologySL. (2018). Abono Bocashi: Una solución sostenible que mejora la fertilidad del suelo. AgroecologySL. <https://agroecologysl.org/abono-bocashi/>



- Álvarez-Solís, J. D., Etchevers, J. D., Monreal, C. M., Hidalgo, C., & Acosta, J. A. (2016). Efecto del bocashi y gallinaza en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 141–152. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n1/2007-0934-remexca-7-01-00141.pdf>
- Bioversity International & CIAT. (s.f.). Caracterización completa de insumos agrícolas. Alianza de Bioversity International y el CIAT. <https://alliancebioversityciat.org/es/laboratorio-de-servicios-analiticos>
- Bócoli, F. O., Lima, R. C. C., & Oliveira, A. A. (2020). Initial growth and development of passion fruit (*Passiflora edulis* L.) influenced by bokashi application. *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 123–130. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n3p123>
- Cedeño-Zambrano, J. R., et al. (2022). Fertilization with magnesium in "barraganete" plantain (*Musa AAB*) Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 7–18. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>
- Erdogan, V., & Mustafa, S. (2021). Effects of conventional and bokashi hydroponics on vegetative growth and yield of bell pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 44(10), 1501–1512.
- FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso (4.^a ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/a0516s>
- FAO. (2011). Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i2751s/i2751s.pdf>
- Jaramillo-López, P. F., et al. (2015). Bokashi compost as an alternative for seedling production in reforestation projects. *Journal of Forestry Research*, 26(4), 879–884. <https://doi.org/10.1007/s11676-015-0106-9>
- JICA. (2009). Manual para la elaboración del abono orgánico tipo bocashi. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12073809.pdf>
- Luna, S., López, J., & Villalobos, M. (2020). Efecto del bocashi sobre las propiedades químicas del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(1), 113–124. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000100113
- Malla Orellana, B., Apolo, R., & Vinueza, J. (2022). Caracterización de bocashi elaborado a partir de residuos agroindustriales y su efecto en la fertilidad del suelo. *Revista CEDAMAZ*, 12(2), 45–56. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/570>
- Orellana, R., Enríquez, M., & Sánchez, J. (2021). Evaluación de la calidad nutricional del abono tipo bocashi con adición de microorganismos eficientes. Repositorio Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/0c866b45-9dd7-4f10-85ec-e5e7770e2f35/download>
- Pérez-Godínez, F., Álvarez-Solís, J. D., & Etchevers, J. D. (2017). Efecto del bocashi en la actividad microbiana del suelo y el crecimiento del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Terra Latinoamericana*, 35(3), 251–258. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n3/2395-8030-tl-35-03-251.pdf>



- Pohan, A. M., Sinaga, D. J., & Hasibuan, R. (2019). The use of bokashi compost as a soil fertility amendment in increasing vegetative growth of organic tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *International Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 16(3), 555970. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2019.16.555970>
- Restrepo Rivera, J. (2007). El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua: SIMAS. <https://maan.ifoam.bio/download/attachments/24313971/EI%20ABC%20de%20la%20agricultura.pdf>
- Soto, J. R., & Vásquez, A. (2014). Bocashi como biofertilizante para el desarrollo sostenible de la agricultura en los Andes. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(2), 45–53. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agroeco/article/view/45602>
- Xu, H. L., Wang, R., & Mridha, M. A. U. (2001). Effects of organic fertilizers on plant growth and soil properties in tomato cultivation. *Japanese Journal of Crop Science*, 70(4), 543–550. <https://doi.org/10.1626/jcs.70.543>
- Zamora, D., & León, J. (2019). Evaluación de compost tipo bocashi como alternativa agroecológica para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 67–74. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.5>
- Zepeda-García, M., Sánchez, E., & Pérez, A. (2021). Evaluación de compost y bocashi en el rendimiento de hortalizas bajo agricultura orgánica. *Agricultura Técnica en México*, 47(1), 45–52.

Declaración de Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no presentan conflictos de intereses relacionados con este estudio y confirman que todos los procedimientos éticos establecidos por esta revista han sido rigurosamente respetados. Asimismo, garantizan que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra revista académica.