

Determinación de la composición química de un bocashi a base de porquinaza de cama profunda

Deetermination of the chemical composition of a bocashi based on deepbedded pig mature

Determinação da composição química de um bocashi à base de esterco suíno de cama profunda

Burgos Veliz Johan Ariel¹

Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

johanburgosveliz@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-4494-953X>



Saltos Anchapaxi Leonel Enrique²

Instituto Superior Tecnológico Tsáchilas

leonelsaltosanchapaxi@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-9456-2219>



Cárdenas Carrión Jorge Adrian³

Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

jorgecardenas@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7695-8966>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1128>

Como citar:

Burgos, J., Saltos, L. & Cárdenas J. (2025). Determinar la composición química de un bocashi a base de porquinaza de cama profunda en Santo Domingo de los Tsáchila. Código Científico Revista de Investigación, 6(E2), 2353-2366.

Recibido: 01/07/2025

Aceptado: 30/07/2025

Publicado: 30/03/2025

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, con el fin de determinar la composición química de un abono orgánico sólido de tipo bocashi a base de porquinaza de cama profunda con y sin inoculación de microorganismos. Se hizo una comparación de los dos tratamientos con el uso de diseño tstudent. La metodología utilizada fue experimental, las variables medidas fueron; análisis químico y costos de producción. El registro de datos se realizó al final del proceso de fermentación (15 días después), evidenciando como mejor tratamiento al T1 con inoculación de microorganismos ya que presentó mayores valores en los porcentajes de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, boro, zinc, cobre, hierro, manganeso, mientras que el T2 con adición de melaza presentó una menor inversión con un total de 73,00 dólares para una producción de 90 kg de bocashi.

Palabras Clave: Fermentación, materia orgánica, nitrógeno

Abstract

This research was conducted in Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas Province, at the Tsa'chila Higher Technological Institute. The aim was to determine the chemical composition of a solid organic fertilizer, bokashi- type, based on deep- bedded pig manure, with and without microbial inoculation. A comparison of the two treatments was made using a Student t-test desing. The methodology used was experimental; the measured variables were chemical analysis and production costs. Data were recorded at the end of the fermentation process (15 days later). Treatment T1 with microbial inoculation was shown to be the best, as it presented higher values in the percentages of organic matter, nitrogen, phosphorus, boron, zinc, copper, iron, and manganese. Treatment T2, with the addition of molasses, required a lower investment of \$73.00 of a production of 90 kg of bokashi.

Keyword: Fermentation, organic matter, nitrogen.

Resumo

Esta pesquisa foi conduzida em Santo Domingo, Província de Santo Domingo de los Tsáchilas, nas instalações do Instituto Superior Tecnológico de Tsa'chila. O objetivo deste estudo foi determinar a composição química de um fertilizante orgânico sólido do tipo bokashi à base de esterco suíno em cama profunda com e sem inoculação de microrganismos. Os dois tratamentos foram comparados usando um delineamento de teste t de Student. A metodologia utilizada foi experimental, e as variáveis mensuradas foram análise química e custos de produção. Os dados foram registrados no final do processo de fermentação (15 dias depois). O tratamento T1 com inoculação de microrganismos foi considerado o melhor, pois apresentou valores mais altos nas porcentagens de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, boro, zinco, cobre, ferro e manganês. O tratamento T2 com adição de melaço exigiu um investimento menor, totalizando \$ 73,00 para uma produção de 90 kg de bokashi.

Palavras-chave: Fermentação, matéria orgânica, nitrogênio

Introducción

Según (Tahat et al., 2020), un suelo sano mantiene vida en el suelo, poblaciones de micro y macroorganismos creando sinergismo en todo el agroecosistema, permitiendo mantener calidad de agua, aire, necesaria para la vida del mismo, además desarrolla un sistema que permite producir alimentos de forma continua sin degradar el ambiente, permitiendo nutrir el suelo, creando una rizosfera que puede sustentar la producción de los cultivos, permitiendo crear una biota sostenible, disminuyendo la utilización de agrotóxicos, alimentar a las plantas

Tal como dice Wang et al., (2023) los agroecosistemas proporcionan el 66% de los alimentos a nivel mundial, mas es importante destacar que, el manejo para la nutrición del

suelo y el desarrollo de los cultivos en su mayoría integra el uso de agrotóxicos y la dependencia externa de insumos para poder producir y satisfacer las necesidades alimenticias de la población, a pequeña, mediana y gran escala, por ello, la necesidad del uso de abonos orgánicos y agroecológicos.

Después de las consideraciones anteriores (Soem & Ieamkheng, 2020), concuerdan que los abonos orgánicos y agroecológicos en el desarrollo de este cultivo, para una agricultura limpia permitiendo que los agricultores mejoren rendimientos productivos y disminuyan contaminación permitiendo el desarrollo bajo le bienestar vegetal, evidenciando que el equilibrio entre las especies permite a mediano y largo plazo encontrar sustentabilidad productiva, permitiendo un desarrollo vegetal equilibrado.

El uso de abonos orgánicos o agroecológicos como el bocashi, son una gran reserva de carbono y nitrógeno por el contenido de materia orgánica, permitiendo mejorar de forma crucial la disponibilidad de nutrientes en el suelo para ser utilizados por las plantas, es necesario utilizar enmiendas porque no solo permiten mejorar el componente químico del suelo, sino también, la fracción física, además de la formación de poblaciones de macro y microorganismos que le proporcionan la vida al suelo (Marzi et al., 2020).

Contextualización de la realidad

Es importante destacar que, que en los últimos años se ha incrementado el uso abonos orgánicos y agroecológicos en la búsqueda de una producción de alimentos sanos, con ello, también la reutilización de materiales de las áreas de producción, creando procesos de fermentación y potencialización a los mal llamados desechos e incorporándolos a los agroecosistemas, mejorando la calidad en la vida y nutrición del suelo, disminuyendo la dependencia de insumos dañinos y contaminantes, produciendo de forma sana, saludable, con calidad e inocuidad (Erdal et al., 2025).

Según Rashid et al., (2025) el uso de abonos orgánicos y agroecológicos en los últimos años se ha incorporado de una forma significativa, dado que los abonos sintéticos a largo plazo han conducido a disminuir la fertilidad, la vida microbiana, el mantenimiento de los macroorganismos, la estructura, textura, permeabilidad, la vida en si en el componente edáfico, por esta razón, la necesidad de crear un cambio en la manera fertilizar, abonar, incorporar nutrición y generar productividad en los suelos agrícolas, permitiendo generar economía agrícola con calidad e inocuidad.

Después de las consideraciones anteriores, De Luna-Vega et al., (2019) comentan que, a causa del daño ambiental, al suelo, agua y atmosfera que ha generado la aplicación de agrotóxicos e insumos sintéticos para la producción de alimentos, la alternativa de uso de abonos orgánicos como el bochashi, con reutilización de materiales de las fincas, se ha vuelto una alternativa para mejorar la productividad de los cultivos, permitiendo aportar macro y micronutrientes en suelo y por las interacciones de microorganismos permitir una absorción optima a corto, mediano y largo plazo por las plantas, mejorando la productividad agrícola sustentable.

Justificación

La expansión de las áreas urbanas con un acrecentamiento del 42% de la población mundial y con ello áreas de producción agropecuaria para satisfacer las necesidades alimenticias, incrementando el uso de agrotóxicos para la producción en el campo están provocando afectaciones en el suelo, las plantas, la salud de los agricultores y a largo plazo a los consumidores (Aznar-Sánchez et al., 2019).

El uso de agrotóxicos con alta solubilidad en agua, baja adsorción de materia orgánica y alta vida en el suelo, cuentan con mayores posibilidades de alcanzar el nivel freático, en algunos lugares se ha encontrado hasta un 45,2% de productos de clase I y II, aumentando el riesgo de contaminación, tomando en cuenta que no se contamina solo este recurso, también se desplazará a otros medios por los ciclos biogeoquímicos (Soares et al., 2017).

Por esta razón la importancia de utilizar abonos orgánicos inoculados con microorganismos con la finalidad de mejorar el equilibrio en el suelo y obtener mejores rendimientos en los cultivos sin embargo, la adicción de estos microorganismos tiene que ser de manera responsable ya que la no caracterización deja en duda los tipos de microorganismos que se incorporan en los abonos orgánicos lo cual, refleja la necesidad de una caracterización microbiológica, química y molecular de los microorganismos que se adicionan a los abonos orgánicos como el bocashi.

Según (Erdal et al., 2025) comentan que, aunque depende del uso de los materiales para la elaboración de un bocashi, su composición mineral, siempre son ricos en material orgánica, además en su investigación se pudo observar que, en el componente mineral se obtuvo en nitrógeno (N) un 2,04 %, en fosforo (P) 0,63 %, en potasio (K) 1,91 %, en calcio (Ca) 1,72, Magnesio (Mg) 0,98 %, para los micronutrientes (mg kg⁻¹), el hierro (Fe) 376, zinc (Zn) 370, manganeso (Mn) 243 y cobre (Cu) con 63.

Cabe agregar que (López Aguirre et al., 2022) comentan que en su investigación sobre tres tipos de estiércoles; de ovino, bovino y porcino, obtuvieron buenos resultados en la composición química con el uso de porquinaza, destacando valores mayores que al uso de bovinaza, con valores de; materia orgánica 14,61%, nitrógeno (N) 0,78%, fósforo (P) 1,28%, potasio (K) 0,05%, en ppm; magnesio (Mg) 2,00, cobre (Cu) 25,90, zinc (Zn) 165, manganeso (Mn) 243.

En el mismo sentido (Martínez-Nieto et al., 2023) en su investigación sobre el uso de porquinaza de cama profunda en procesos de fermentación para la elaboración de bocashi que, es una técnica económica y rápida de obtener nutrición para los cultivos, con materiales de fácil acceso y locales, disminuyendo riesgos de contaminación en agua, suelo y aire, así como reducción de costos al disminuir el uso de insumos agrícolas sintéticos externos, además se obtiene valores significativos en la composición química con valores de materia orgánica altos y disponibilidad de macro y micronutrientes asimilables por las plantas.

Desarrollo

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica combina prácticas tradicionales con tecnologías modernas que no son contaminantes, las cuales se incorporan de manera adaptada según las particularidades de cada contexto, este enfoque integra saberes ancestrales como las terrazas agrícolas utilizadas por los incas con la biodiversidad de los sistemas campesinos, junto con innovaciones tecnológicas apropiadas al entorno (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA] et al., 2003).

La agricultura ecuatoriana presenta niveles reducidos de productividad y eficiencia, además de problemas en la calidad, desde el año 2000, la situación se ha agravado debido a la caída de los precios internacionales, lo cual ha intensificado la pobreza y provocado la

migración de las familias campesinas, asimismo, se ha registrado una notable disminución en el ingreso de divisas y un acelerado deterioro de los recursos naturales (INIAP, 2011).

Agroecología

Los profundos desafíos ambientales y sociales derivados de la agricultura moderna evidencian la necesidad urgente de transitar hacia sistemas productivos más sostenibles, en este contexto, la agroecología ha emergido en los últimos años como un enfoque científico alternativo que propone abordar esta problemática desde una nueva perspectiva paradigmática (Sarandón & Flores, 2014).

La Agroecología debe abordar la complejidad del concepto de agroecosistema, que suele considerarse únicamente como un ecosistema alterado por el ser humano para la producción agrícola y derivados, sin embargo, es imprescindible reconocer las interacciones complejas entre factores sociales, económicos y ecológicos, así como las relaciones que se manifiestan en los diferentes niveles jerárquicos dentro de estos sistemas (Ruiz-Rosado, 2006).

Abonos orgánicos

En la actualidad, la condición estructural del suelo es el principal elemento que afecta la fertilidad y rendimiento agrícola, el laboreo excesivo y la compactación mecánica del terreno contribuyen significativamente al daño de esta estructura. Se recomienda el uso de abonos orgánicos, como estiércoles, compostas y residuos de cosecha, en suelos sometidos a cultivos intensivos para conservar y mejorar su estructura, incrementar la capacidad de retención de agua y favorecer la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Dimas López-Mtz et al., 2001).

El uso de abonos orgánicos representa una estrategia clave en la rehabilitación de suelos degradados, ya que funcionan como enmiendas que optimizan las características físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo su fertilidad (Enríquez, 2008).

Agricultura con abonos orgánicos

Anualmente, se generan importantes cantidades de residuos agrícolas, de los cuales solo una parte se destina al consumo humano y animal, la porción restante, considerada comúnmente como desecho, puede ocasionar contaminación ambiental, este problema se agrava debido a que muchos productores desconocen las opciones disponibles para su correcta gestión y reutilización (Ramos & Terry, 2014).

El tratamiento de los residuos orgánicos es cada vez más prioritario debido al aumento en la cantidad de material producido y a la intensificación de las actividades productivas, además, la gestión incorrecta de estos residuos ha contribuido al surgimiento de enfermedades emergentes que afectan tanto a la salud humana como al animal (Ramos, 2014).

Metodología

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, ubicado la vía Quito, en la Av. Galo Luzuriaga y calle B, con las coordenadas UTM: QV23+C7H, con una duración de 50 días.

Factores de estudio

Análisis químico, la toma de datos se realizó al finalizar la fermentación del abono a los 15 días.

Elaboración del bocashi

Se elaboró dos abonos orgánicos de tipo bocashi, el primero en fundas grandes de basura extra-gruesas dobles, se colocó polvillo de arroz, afrecho de trigo, carbón activado, hojarasca descompuesta, suelo, melaza con levadura y agua, en el segundo se utilizaron los mismos ingredientes del primer abono, con la diferencia que a este se le incorporó EMAs, es importante destacar que la inoculación líquida se colocó en un aproximado del 30% de humedad, se verificó con la prueba del puño, después se retiró el máximo de aire, se amarro

con sunchos y se dejó reposar durante 15 días en un lugar fresco bajo sombra, técnica modificada de (FAO, 2011).

Caracterización físico-químico del bocashi

Para la caracterización fisicoquímica, se tomó una muestra de 1 kg de cada muestra y se envió al laboratorio de análisis químico agropecuario AGROLAB, para la realización de los respectivos análisis entre los que se obtuvo; el análisis físico: porcentaje de textura, densidad aparente (D.A), humedad gravimétrica (H.G), a continuación, se describen las metodologías para el proceso de los análisis:

pH (potencial hidrógeno)

El pH se determina a través del uso de un potenciómetro en suspensión con el abono y agua (1:2.5), se utiliza un electrodo de vidrio ORION (Modelo 91 – 57BN) conectado a un ionómetro ORION EA (Alvarado, 1999).

Microelementos

Para la determinación del contenido de minerales o microelementos (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B) del bocashi se empleó los siguientes colorimétricos en el caso de N, P y B; el S se determinó por turbidimetría y para K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn a través de espectroscopia de absorción atómica (INIAP, 2016). Porcentaje de materia orgánica Se utilizó el método de Walkley – Black, establecido bajo oxidación en frío del carbonato por un exceso de dicromato de potasio en medio sulfúrico y retro valoración del agente oxidante con sal de Morh (Alvarado, 1999).

Factores en estudios

Análisis químico

Toma de datos

La toma de datos se realizó al finalizar la fermentación del abono a los 15 días.

Tratamientos

Tratamiento 1: Bocashi con melaza

Tratamiento 2: Bocashi con Ema's

Resultados

En la Tabla 1, se puede observar los resultados de la composición química de los tratamientos evaluados, evidenciando que el tratamiento con inoculación microorganismos presenta mayores valores en los porcentajes de materia orgánica, con 26,1%, en nitrógeno (N) 0,98 %, en fósforo (P) con 0,40%, en ppm; boro (B) 14,5, zinc (Zn) 77, cobre (Cu) 46, hierro (Fe) 789, manganeso (Mn) 317, mientras el tratamiento con adición de melaza presento mejor resultado en potasio (K) 0,60%, calcio (Ca) 1,38 %, azufre (S) y en los dos tratamientos el magnesio (Mg) presentó 0,47%.

Tabla 1.
Resultado del análisis químico de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTOS	CONCENTRANCIÓN EN %							*ppm				
	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
Bocashi con Ema's	25,9	0,94	0,35	0,72	1,46	0,47	0,11	12,9	76	45	744	306
Bocashi con melaza	26,1	0,98	0,4	0,6	1,38	0,47	0,08	14,5	77	46	789	317

*ppp: partes por millón

En la tabla 2, se evidencia que, para el tratamiento con inoculación de microorganismos al igual que el abono con adición de melaza presentan 33% en humedad gravitacional, mientras que, en pH el T1 tratamiento con microorganismos evidencia mejor valor con 6,17, mientras que, el tratamiento T2 con adición de melaza presenta un pH de 5,97, además los dos tratamientos muestran una textura franco-arenosa.

Tabla 2.

Resultados de los análisis físicos de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	*H.G. %	pH	Textura
Bocashi con microorganismos (Ema's)	33	6,17	Franco-arenoso
Bocashi con melaza	33	5,97	Franco-arenoso

*H.G.: Humedad gravitacional

En la Tabla 3 se puede observar que el tratamiento con adición de melaza evidencia menor inversión con un total de 73,00 dólares para la producción de 90 kg de bocashi, mientras que el T2 con inoculación de microorganismos los costos de producción se incrementaron por con 12 dólares extras por la inoculación de Ema's, evidenciando un valor de 39,00 dólares.

Tabla 3

Costos de producción de bocashi con y sin inoculación de microorganismos

Rubros/Hectárea	T1 Bocashi con melaza	T2 Bocashi con microorganismos
Costos directos:		
Porquinaza (cama profunda) 45 Kg	10,00	10,00
Polvillo de arroz 2,5 kg	2,50	2,50
Mantillo 25 kg	6,00	6,00
Carbón 1 kg	1,00	1,00
Melaza 1 litro	1,00	1,00
*Ema's 2 litros	12,00	0,00
Cascarilla de arroz 15 kg	1,50	2,50
Fundas (fermentación) 6	5,00	5,00
Total, c / d	39,00	28,00
Costos indirectos:		
Arriendo	25,00	25,00
Mano de obra	15,00	15,00
Combustible	5,00	5,00
Total, c / i	45,00	45,00
Total, costos d / i	84,00	73,00

*Emás; microorganismos eficientes

Discusión

Según López Aguirre et al., (2022) en su investigación sobre caracterización de abono tipo bocashi elaborado con diferentes fuentes de estiércol y su efecto en la producción de maíz para ensilar, en el análisis químico del abono con uso de estiércol de porcinos obtuvo los siguientes resultados; materia orgánica 14,61%, nitrógeno (N) 0,78%, fósforo (P) 1,28%, potasio (K) 0,05%, en ppm; magnesio (Mg) 2,00, cobre (Cu) 25,90, zinc (Zn) 165, manganeso (Mm) 243.

Mientras De Luna-Vega et al., (2019) en su investigación sobre evaluación, física, química y biológica de bocashi elaborados con estiércol de bovino, ovino, cerdo y conejo más una vermicomposta, que en la composición química se obtuvo el mejor resultado en materia orgánica con el uso de estiércol de cerdo 27,88.

Según Martínez-Nieto et al., (2023) en su investigación sobre el manejo de estiércol de porcino mediante fermentación bocashi y compostaje con activadores biológicos en una región de alta montaña de Colombia, en el análisis químico obtuvieron en nitrógeno (N) 2,57%, en fósforo (P) 3,28%, en Potasio (K) 1,47, magnesio (Mg) 0,34%, siendo todos los valores de las investigaciones antes mencionadas similares a los obtenidos en esta investigación.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] et al., (2011) en su investigación sobre la elaboración de bocashi evidencia que para cada kilo de bocashi tiene un costo de producción de 0,50 dólares, teniendo presente que solo utilizan como materia prima; gallinaza, cal, melaza, mantillo y levadura, mientras en esta investigación con el uso de los materiales que se observa en la tabla 2, en el tratamiento 2 se obtuvo una inversión de 0,81 dólares por cada kilo de bocashi.

Conclusiones

El tratamiento con inoculación de microorganismos presentó mayores valores en la composición química, aunque no existió diferencia ante el tratamiento con adición de melaza, evidenciando que los dos tratamientos proporcionan excelente calidad química. El tratamiento con adición de melaza presentó una menor inversión con un total de 73,00 dólares para una producción de 90 kg de bocashi, siendo 0,81 dólares por cada kilo de bocashi.

Referencias bibliográficas

Alvarado, P. (1999). *Determinación de un método para evaluar los requerimientos de cal en suelos ácidos de origen volcánico y no volcánico del Ecuador*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1418/4/iniapsctA472de.pdf>

- Aznar-Sánchez, J. A., Piquer-Rodríguez, M., Velasco-Muñoz, J. F., & Manzano-Agugliaro, F. (2019). Worldwide research trends on sustainable land use in agriculture. *Land Use Policy*, 87, 104069. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104069>
- De Luna-Vega, A., García-Sahagún, M. L., Pimienta-Barrios, E., & Rodríguez-Guzmán, E. (2019). Evaluación, física, química y biológica de compostas tipo bocashi elaboradas con estiércol de bovino, ovino, cerdo y conejo más una vermicomposta. *Revista de Energía Química y Física*, 33–40. <https://doi.org/10.35429/jcpe.2019.20.6.33.40>
- Dimas López-Mtz, J., Díaz Estrada, A., Rubin, E. M., & Valdez Cepeda, R. D. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz*.
- Enríquez, C. (2008). *Alternativas para la recuperación de praderas degradadas en la zona lechera del departamento de nariño*. 13–72. <https://sired.udenar.edu.co/12277/1/77080.pdf>
- Erdal, İ., Ekinçi, K., Kumbul, B. S., & Madenli, E. C. (2025). Effect of dairy manure derived bokashi prepared from different organic materials on lettuce growth and mineral nutrition. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(2), 2923–2936. <https://doi.org/10.1007/s42729-025-02309-y>
- FAO. (2011). Elaboracion Y Uso Del Bocashi. *Ministerio De Agricultura Y Ganadería*, 1–12. www.pesacentroamerica.org
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza*. 1–115. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/421dfaa9-3080-4e9f-9f75-9f92a41f265c/content>
- INIAP. (2011). *Efecto de la vinaza en el rendimiento de una mezcla forrajera en un suelo Andisol, al tercer año de aplicación*. 1, 1. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/930>
- López Aguirre, S., Romero-Méndez, M. J., Ramírez-Meléndez, J. E., García-Hernández, S. A., Contreras-Hernández, G., & De Gasperin-López, I. (2022). Caracterización de abono tipo bocashi elaborado con diferentes fuentes de estiércol y su efecto en la producción de maíz para ensilar. *Revista Bio Ciencias*, 9, 1–12. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1368>
- Martínez-Nieto, P., Abaunza-González, C., & García-Gómez, G. (2023). Swine manure management by bokashi fermentation and composting with biological activators in a Colombian high mountain region. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 13, 1–12. <https://doi.org/10.57647/j.ijrowa.2024.1303.30>
- Marzi, M., Shahbazi, K., Kharazi, N., & Rezaei, M. (2020). The Influence of Organic Amendment Source on Carbon and Nitrogen Mineralization in Different Soils. *Journal*

of Soil Science and Plant Nutrition, 20(1), 177–191. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00116-w>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo [aecid], Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enríque Álvarez Córdova [CENTA], & Ministerio de Agricultura y Ganadería de Salvador [MAG]. (2011). *Elaboración y uso de bocashi*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/324112ce-8842-473d-9ff7-153784c45597/content>

Ramos, D. (2014). *Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. 52–59. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_arttext&tlng=pt

Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades De Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr07414.pdf>

Rashid, Md. M., Begum, S., Rezaul, M., Islam, S., Shalahuddin, A., Hera, H., Rahman, M., Rahman, S., & Khatun, A. (2025). Response of grain yield and soil health to the individual application of organic fertilizers and chemical fertilizers in the rice-rice cropping systems. *Discover Agriculture*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00201-y>

Ruiz-Rosado, O. (2006). *PALABRAS CLAVE / Agroecología / Agroecosistema / Interdisciplina / Sustentabilidad / Transdisciplina / AGROECOLOGÍA: UNA DISCIPLINA QUE TIENDE A LA TRANSDISCIPLINA* (Vol. 31, Issue 2).

Sarandón, S., & Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables* (Issue June).

Soares, D. F., Faria, A. M., & Rosa, A. H. (2017). Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016139118>

Soem, B., & Ieamkheng, S. (2020). *Effect of organic and inorganic fertilizers on growth rate of arrowroot (Maranta arundinacea L.)*. 48, 1149–1154. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20219817240>

Tahat, M. M., Alananbeh, K. M., Othman, Y. A., & Leskovar, D. I. (2020). Soil health and sustainable agriculture. *Sustainability (Switzerland)*, 12(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/SU12124859>