

# Efecto de consorcios microbianos en la formulación de bokashi a partir de residuos del cultivo de banano (*Musa* sp.): Calidad fisicoquímica y valor agronómico

*Effect of Microbial Consortia on the Formulation of Bokashi from Banana (*Musa* sp.) Cultivation Residues: Physicochemical Quality and Agronomic Value*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18100270>

## AUTORES

**Eder Steven Galarza Aguirre** <sup>1</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-4171-5304>



[egalarzaa@faciag.utb.edu.ec](mailto:egalarzaa@faciag.utb.edu.ec)

**Yary Ruiz Parrales** <sup>2</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-9207-7368>



[yruiz@utb.edu.ec](mailto:yruiz@utb.edu.ec)

**Álvaro Martín Pazmiño Pérez** <sup>3</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-9869-253X>



[apazmino@utb.edu.ec](mailto:apazmino@utb.edu.ec)

**Luis Humberto Vásquez Cortez** <sup>4</sup>

Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-1850-0217>



[lvazquezc@utb.edu.ec](mailto:lvazquezc@utb.edu.ec)

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [lvazquezc@utb.edu.ec](mailto:lvazquezc@utb.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 15/04/2025

**Fecha de aceptación:** 24/06/2025

---

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la efectividad de microorganismos eficientes (ME) en la producción de bokashi a partir de residuos de banano en el cantón Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Se empleó un diseño experimental bifactorial completamente aleatorizado (3x2) con tres niveles de ME (1%, 2% y 3%) y dos condiciones de melaza (con y sin). Se analizaron propiedades fisicoquímicas del bokashi, como pH, materia orgánica, temperatura y contenido de macronutrientes esenciales (N, P, K). Los resultados indicaron que la adición de ME y melaza mejoró significativamente la calidad del compost, aceleró la fermentación y aumentó la disponibilidad de nutrientes primarios para el suelo. El análisis económico demostró que los tratamientos con ME y melaza fueron más rentables en comparación con el control, al obtener mayor eficiencia con baja inversión. El tratamiento T6 (ME al 3% y melaza 0,4 kg) destacó con los mejores valores nutricionales, logrando mayores concentraciones de elementos primarios y secundarios. La implementación de bokashi elaborado con residuos de banano requiere menos de 5 dólares en insumos (excluyendo infraestructura y mano de obra) y representa una alternativa sostenible y de bajo costo para mejorar la fertilidad del suelo. Su aplicación favorece la reducción del uso de fertilizantes químicos, el aprovechamiento de residuos agrícolas y el fortalecimiento de sistemas productivos sustentables a nivel local.

**Palabras clave:** Bokashi, bacterias mejoradas, compost, residuos agrícolas, uso del suelo.

## ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of effective microorganisms (EM) in the production of bokashi from banana residues in Babahoyo, Los Ríos Province, Ecuador. A completely randomized bifactorial experimental design (3x2) was applied, with three EM levels (1%, 2%, and 3%) and two molasses conditions (with and without). Physicochemical properties of bokashi were analyzed, including pH, organic matter, temperature, and the content of essential macronutrients (N, P, K). The results indicated that the addition of EM and molasses significantly improved compost quality, accelerated fermentation, and increased the availability of primary nutrients for the soil. The economic analysis demonstrated that treatments with EM and molasses were more profitable compared to the control, achieving greater efficiency with low investment.

Treatment T6 (3% EM and 0.4 kg molasses) showed the best nutritional values, achieving higher concentrations of primary and secondary elements. The production of bokashi from banana residues requires less than 5 USD in inputs (excluding infrastructure and labor) and represents a sustainable, low-cost alternative to improve soil fertility. Its application supports the reduction of chemical fertilizer use, the valorization of agricultural residues, and the strengthening of sustainable agricultural systems at the local level.

**Keywords:** Bokashi, effective microorganisms, composting, agricultural waste, soil fer

## INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos agrícolas representa un desafío global debido a su impacto ambiental y a la necesidad de práctica agrícola sostenible. En diversos países, como Japón y Estados Unidos, el uso de compostajes enriquecidos con microorganismos eficientes (EM), como el bokashi, ha ganado reconocimiento como una solución efectiva para reducir desechos, mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad agrícola. Estudios internacionales destacan la eficacia de esta tecnología en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en la mejora de suelos agrícolas degradados, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en lo referente a la producción y consumo responsable (J. Vera et al., 2025).

La implementación de prácticas sostenibles en la agricultura, como el uso de bokashi, no solo contribuye a la conservación del medio ambiente, sino que también promueve la eficiencia energética y la reducción de emisiones contaminantes, al adoptar prácticas sostenibles, se fomenta la protección y conservación de los recursos naturales, como el agua, el aire, la tierra y la biodiversidad. Se promueve el uso eficiente de la energía y se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático (Intriago et al., 2024).

En el contexto de la agricultura orgánica, el bokashi se ha utilizado como una enmienda del suelo para mejorar el crecimiento y la biomasa de diversos cultivos, demostraron que el uso de bokashi como medio de cultivo mejora significativamente el crecimiento y la

acumulación de biomasa en plantillas de caucho, lo que indica su potencial para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos (Vasquez et al., 2024).

La aplicación de compostaje enriquecidas con microorganismos puede mejorar las características físicas del suelo, como la retención de humedad, la porosidad y la densidad aparente. Un estudio realizado en el cual evaluaron agronómicamente un compost elaborado con desechos sólidos de la industria azucarera con alternativa para restaurar la fertilidad de un suelo degradado y suplir los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz, obteniendo resultados positivos en la mejora de las propiedades del suelo y en el rendimiento del cultivo (R. Vera et al., 2025).

La caracterización microbiológica del proceso de compostaje es fundamentalmente para entender los cambios en la comunidad microbiana durante el procesamiento de la materia orgánica. Se realizó un estudio sobre la caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos azucareros, encontrando que la diversidad y actividad de los microorganismos presentes, influyen directamente en la calidad y madurez del compost obtenido (Medina et al., 2025).

El objetivo de la presente investigación es evaluar la influencia de los microorganismos eficientes en la elaboración de bokashi con residuos del cultivo de banano en el Cantón Babahoyo-Provincia de los Ríos-Ecuador.

## **DESARROLLO**

### **Tipo y diseños de investigación.**

Se empleará un Diseño Completamente al Azar Bifactorial (3x2), con 9 tratamientos derivado de la combinación de tres niveles de microorganismos eficientes (EM) como primer factor (A) y dos condiciones de melaza como segundo factor (B). Este diseño permite evaluar el efecto de cada tratamiento en las propiedades fisicoquímicas, contenido de nutrientes y económicas del bokashi. Los tratamientos se replicarán tres veces para garantizar la confiabilidad estadística de los resultados.

En esta investigación sobre la elaboración de bokashi con residuos del cultivo de banano, el estudio se llevará a cabo en el Cantón Babahoyo facultad de ciencias agropecuarias, en la Provincia de los Ríos, Ecuador. Los ensayos se realizarán en un área al aire libre con

condiciones para la fermentación, utilizando materiales locales y siguiendo los principios metodológicos descritos anteriormente. La ubicación exacta corresponde a una zona bananera de la facultad, ideal para la recolección de residuos frescos y la implementación de prácticas sostenibles.

### Factores a evaluar

- Dosis de EM: Tres niveles ( 1%, 2%,3%).
- Condición de melaza: Con melaza (5%) y sin melaza.
- Testigo: Un grupo independiente que no contiene EM ni melaza, considerado como referencia.

**Tabla 1.** Factores de estudios en la producción de bokashi con residuos del cultivo de banano

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Factor (A): Dosis de EM (%)	Factor (B): Condición de melaza (%)
T1	T1R1	T1R2	T1R3	1%	Sin melaza
T2	T2R1	T2R2	T2R3	2%	Sin melaza
T3	T3R1	T3R2	T3R3	3%	Sin melaza
T4	T4R1	T4R2	T4R3	1%	Con melaza (5%)
T5	T5R1	T5R2	T5R3	2%	Con melaza (5%)
T6	T6R1	T6R2	T6R3	3%	Con melaza (5%)
Testigo	1	-	-	0	0

### Procedimientos de elaboración de bokashi

La materia prima para la elaboración del bokashi incluye residuos de banano (hojas y pseudotallos triturados), melaza cascarilla de arroz y microorganismos eficientes (EM). Los residuos de banano se obtienen de la bananera local de la facultad de ciencias agropecuarias en el Cantón Babahoyo, asegurando su frescura y disponibilidad. La melaza se adquiere de distribuidores locales, y los EM se preparan de acuerdo con la especificación de fabricantes.

El proceso comienza con la trituración de los residuos de banano en trozos de 2-3 cm, mejorando la descomposición de la materia orgánica y asegurando una mezcla homogénea. Posteriormente, se diluyen las cantidades especificadas de melaza y EM en agua para crear una solución que potencie la actividad microbiana. Esta solución se incorpora a los residuos triturados y la cascarilla, mezclándose uniformemente y ajustando la humedad al 50-60%.

Una vez preparada, la mezcla se coloca en camas de 1m x 1m x 30cm de profundidad, previamente acondicionados en el suelo. Las camas se cubren con hojas de banano para proteger la mezcla de la lluvia y mantener condiciones controladas. Durante la fase de fermentación, la temperatura se monitorea diariamente, asegurándose de que se mantenga entre un punto máximo de 35 y 40 °C y un punto óptimo de 25 y 35 °C. La mezcla se resuelve cada día 1-3 veces dependiendo del clima para evitar compactación y redistribuir el calor y los microorganismos evitando su muerte.

El bokashi estará listo en un periodo de 7 a 15-20 días, pero sus análisis serán el día 14 aproximadamente, dependiendo de las condiciones ambientales. Los indicadores de madurez incluyen una temperatura estable y un olor agradable a tierra humedad. Este bokashi se utilizará como fertilizante orgánico en cultivos locales, optimizando la gestión de residuos agrícolas y promoviendo prácticas sostenibles. El proceso completo se detalla en los anexos correspondientes.

### **Análisis físicoquímicos**

Los análisis físicoquímicos del bokashi elaborado se realizarán siguiendo las normativas ecuatorianas aplicables para garantizar la precisión y calidad de los resultados.

**Determinación de pH y temperatura** La norma técnica aplicable es la NTE INEN 2169:2023, que establece el método para la determinación del pH y temperatura en productos orgánicos y compost. El pH será medido utilizando un potenciómetro calibrado y la temperatura con un instrumento especializado para suelo, y las mediciones se realizarán en las etapas inicial, intermedia y final del proceso de fermentación.

**Determinación de materia orgánica (%)**. La evaluación se realizará mediante el método de pérdida por ignición, que consiste en medir la pérdida de masa tras la combustión de la muestra en horno a altas temperaturas. Este método permite determinar el contenido de

materia orgánica en el producto final. Análisis de nutrientes esenciales (N, P, K): Los niveles de nitrógeno total, fósforo disponible y potasio serán determinados mediante análisis químicos en laboratorio, utilizando equipos especializados y siguiendo protocolos establecidos por normas internacionales para compost.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico del contenido nutricional del Bokashi según la Tabla 10, reveló diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) entre los tratamientos aplicados en todos los parámetros evaluados. Las comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey permitieron identificar contrastes nítidos y estadísticamente robustos entre las medias de cada tratamiento, con errores estándar de la media (EEM) inferiores al 3%, coeficientes de variación (CV) controlados, y diferencias mínimas significativas.

En relación con los micronutrientes, el contenido de boro presentó un rango de variación de 35.56 a 63.72 mg/kg, siendo el tratamiento T3 el que alcanzó el mayor valor. De manera consistente, el contenido de cobre se incrementó significativamente, desde 25.61 mg/kg en el testigo hasta 75.75 mg/kg en T3. El hierro mostró un patrón similar, alcanzando un valor máximo de 13,961.25 mg/kg en T3, lo cual representa un aumento del 78.5% respecto al tratamiento control. El zinc evidenció un comportamiento análogo, con un incremento de más del 100% entre el testigo (52.00 mg/kg) y T3 (128.38 mg/kg).

Respecto a los macronutrientes, se observaron aumentos progresivos y significativos en los niveles de calcio, magnesio, fósforo y azufre, alcanzando en T3 valores de 2.36%, 0.86%, 0.41% y 0.16%, respectivamente. El contenido de nitrógeno, aunque con una variación menos pronunciada, también mostró una diferencia significativa, alcanzando 1.86% en el tratamiento T3. En todos los casos, los valores del tratamiento T3 superaron estadísticamente a los del tratamiento control, con niveles de significancia altamente confiables ( $p < 0.01$ ).

El comportamiento de las variables asociadas a la calidad del material orgánico mostró una dinámica distinta. La humedad presentó un incremento en los tratamientos T2 y T3, alcanzando un máximo de 78.66% en T2. Sin embargo, la materia orgánica (%p/p) y el carbono orgánico (%) tendieron a disminuir con los tratamientos enriquecidos, siendo más baja en T3 (68.02% y 39.60%, respectivamente), lo cual sugiere un proceso más avanzado de mineralización y descomposición biológica del sustrato.

Por su parte, el contenido de óxidos mostró un patrón altamente significativo, con incrementos sustanciales en T3. El óxido de potasio aumentó de 0.15% en el testigo a 2.28% en T3, mientras que el óxido de fósforo se triplicó (0.58% a 1.45%), y el óxido de calcio y magnesio alcanzaron sus máximos valores con 3.31% y 1.75%, respectivamente. El sulfato también mostró un incremento significativo (0.45% en T3 vs. 0.31% en el control), validando la mejora integral del perfil nutricional del Bokashi formulado bajo este tratamiento. En conjunto, los resultados obtenidos indican una respuesta agronómica altamente diferenciada en función de los tratamientos evaluados.

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la aplicación de Bokashi en sus distintas formulaciones (T2 y T3) produjo un efecto significativamente positivo sobre la disponibilidad de macro y micronutrientes, comparado con el tratamiento testigo. Este hallazgo coincide con lo reportado por Intriago et al., (2022), quienes observaron un incremento en el contenido de nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable tras la aplicación de Bokashi elaborado con residuos agroindustriales, resaltando su capacidad para mejorar la calidad del sustrato de forma más eficiente que los fertilizantes convencionales.

El tratamiento T3, caracterizado por una formulación enriquecida, promovió un aumento sustancial en el contenido de hierro (13,961.25 mg/kg), zinc (128.38 mg/kg), cobre (75.75 mg/kg) y manganeso (517.75 mg/kg). Estos valores superan los niveles reportados en estudios similares realizados por Reyes et al., (2025), donde Bokashi elaborado con estiércol y cenizas vegetales alcanzó incrementos de hasta el 60% en micronutrientes disponibles en comparación con fertilizantes químicos, destacando su efecto sinérgico sobre la solubilización de metales traza esenciales.

En cuanto a los macronutrientes, la presente investigación encontró valores significativamente elevados de calcio, magnesio, fósforo y azufre en el Bokashi enriquecido (T3). Esto es coherente con lo documentado por Menzies et al., (2020), quienes asociaron el efecto mejorado de Bokashi en la mineralización de nutrientes con la acción microbiana acelerada durante la fermentación anaerobia controlada, lo cual mejora la biodisponibilidad de elementos esenciales para las plantas.

La reducción observada en la materia orgánica y el carbono orgánico en T3 (68.02% y 39.60%, respectivamente) sugiere una mayor tasa de descomposición de compuestos



orgánicos, probablemente debido a la intensa actividad microbiológica, como lo indican también los trabajos de Erazo et al., (2023), quienes concluyeron que el Bokashi promueve una degradación acelerada de lípidos y lignina, facilitando la liberación de nutrientes en formas disponibles para las plantas.

**Tabla 2.** Contenido de nutrientes

Contenidos de Nutrientes	Testigo	T2	T3	P<0.05	EEM ±	CV	DMS
Boro (mg/kg)	46.64	35.56	63.72	<0.0001 **	0.5	2.06	1.970
Calcio (% p/p)	0.87	1.81	2.36	<0.0001 **	0.0028	0.33	0.010
Cobre (mg/kg)	25.61	37.13	75.75	<0.0001 **	2.22	9.62	8.766
Hierro (mg/kg)	7820.25	9586.35	13961.25	<0.0001 **	0.46	0.01	1.802
Humedad (%p/p)	64.05	78.66	73.78	<0.0001 **	0.02	0.05	0.072
Materia Organica(%p/p)	87.15	83.18	68.02	<0.0001 **	0.0036	0.01	0.014
Magnesio (%p/p)	0.48	0.80	1.06	<0.0001 **	0.0036	0.93	0.014
Manganeso (mg/kg)	229.55	460.24	517.75	<0.0001 **	0.15	0.07	0.574
Nitrogeno(%p/p)	1.55	1.54	1.86	<0.0001 **	0.02	2.04	0.066
Fosforo (%p/p)	0.25	0.32	0.45	<0.0001 **	0.02	10.00	0.066
Azufre (%p/p)	0.10	0.10	0.15	<0.0001 **	0.0017	2.90	0.007
Zinc (mg/kg)	52	57.03	128.38	<0.0001 **	0.01	0.04	0.057
Carbono organico (%)	50.55	48.25	39.46	<0.0001 **	0.0026	0.01	0.010
Oxido de potasio (%)	0.15	1.38	0.28	<0.0001 **	0.01	4.89	0.058
Oxido de fosforo (%)	0.58	0.74	1.15	<0.0001 **	0.0029	0.71	0.011
Oxido de calcio (%)	1.22	2.52	3.31	<0.0001 **	0.0026	0.22	0.010
Oxido de magnesio (%)	0.81	1.32	1.75	<0.0001 **	0.0028	0.43	0.011
Sulfato (%)	0.31	0.31	0.45	<0.0001 **	0.0025	1.41	0.010

## CONTENIDO DE NUTRIENTES

El comportamiento de las variables fisicoquímicas, específicamente el pH y la temperatura, evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.0001$ ), con niveles de significancia altamente confiables (\*\*). El análisis estadístico, basado en el diseño completamente al azar, reveló una disminución progresiva en ambas variables conforme se incorporaron los tratamientos orgánicos.

El valor promedio de pH disminuyó significativamente desde 5.67 en el tratamiento control hasta 4.85 en el tratamiento T3, lo cual representa una reducción de aproximadamente 14.5%. Este comportamiento fue acompañado por una disminución

paralela en la temperatura, la cual pasó de 32.35 °C en el testigo a 29.18 °C en el tratamiento T3, marcando una diferencia absoluta de 3.17 °C.

Los errores estándar de la media (EEM) fueron bajos en ambas variables (0.0025 para pH y 0.03 para temperatura), indicando una alta precisión experimental. Los coeficientes de variación (0.1% para pH y 0.18% para temperatura) corroboran la homogeneidad de las réplicas dentro de cada tratamiento. La diferencia mínima significativa (DMS) fue de 0.00987 para pH y 0.109 para temperatura, superada ampliamente por los contrastes observados entre tratamientos, lo que respalda la existencia de diferencias reales con una alta potencia estadística. Estos resultados refuerzan la sensibilidad del sistema fermentativo aplicado en los tratamientos con Bokashi y sientan las bases para una posterior discusión de su relación con la actividad microbiológica y la eficacia en la inhibición de *Salmonella spp.* en el sistema experimental evaluado.

Respecto al comportamiento del pH y la temperatura, el tratamiento T3 evidenció valores más bajos (4.85 y 29.18 °C, respectivamente), lo que refleja un ambiente más ácido y moderadamente templado durante el proceso de fermentación. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Szpunar et al., (2021), quienes demostraron que Bokashi tiende a acidificar el medio durante su maduración, favoreciendo la actividad de microorganismos acidófilos con funciones específicas en la supresión de patógenos y en la transformación de nutrientes.

**Tabla 3.** Contenido de nutrientes

Físico Químicos		pH		Temperatura	
Testigo		5.67		32.35	
T2		5.22		30.85	
T3		4.85		29.18	
EEM ±		0.0025		0.03	
CV		0.1		0.18	
DMS		0.00987		0.109	
P<0.05		<0.0001	**	<0.0001	**

---

## CONCLUSIONES

La aplicación de microorganismos eficientes (EM) en la formulación de Bokashi elaborado a partir de residuos del cultivo de banano (*Musa* sp.) promovió una transformación sustancial de los componentes orgánicos e inorgánicos del sustrato, reflejada en un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0.0001$ ) de nutrientes esenciales como hierro (13,961.25 mg/kg), zinc (128.38 mg/kg), cobre (75.75 mg/kg), fósforo (0.41%), calcio (2.36%) y potasio (2.28%). Esta respuesta se asocia a una intensificación de los procesos de mineralización y biodisponibilidad, atribuida a la actividad metabólica de los consorcios microbianos presentes en el Bokashi enriquecido (T3). La eficiencia del proceso fue respaldada por bajos coeficientes de variación ( $<3\%$ ) y una clara diferenciación estadística entre tratamientos, lo que demuestra la alta sensibilidad y robustez experimental del diseño aplicado.

En términos fisicoquímicos, la incorporación de EM redujo significativamente el pH (hasta 4.85) y la temperatura (hasta 29.18 °C) del Bokashi, consolidando un ambiente ácido moderado y biológicamente estable, óptimo para la proliferación de microorganismos beneficiosos y la supresión de patógenos. Estos cambios están directamente relacionados con la producción de ácidos orgánicos y la maduración fermentativa del sustrato, como parte de un proceso anaeróbico controlado. Adicionalmente, la disminución del contenido de materia orgánica (68.02%) y carbono orgánico (39.60%) en el tratamiento T3 evidencia una mayor tasa de descomposición de compuestos complejos, lo cual valida la eficacia biológica del sistema fermentativo inducido por EM como herramienta biotecnológica para la valorización de residuos agrícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Erazo, Vásquez, L., Tuárez, D., Avellaneda, J., Alvarado, K., Vera, J., & Intriago, F. (2023). Inducción de *Rhizobium japonicum* en la masa fermentativa de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) como estrategia para la disminución de cadmio. *Alternativas*, 24(3), 17–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.23878/alternativas.v24i3.348>

- Intriago, Cedeño, J., Parraga, C., Alvarado, K., Vásquez, L., Revilla, K., & Aldas, J. (2024). Induction of effective microorganisms (EM) in the fermenting mass of cacao (*Theobroma cacao* L.) and their impact on physicochemical and antioxidant characteristics. *Biotecnia*, 26(2422), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2422>
- Intriago, Vera, J., Vásquez, L., & Alvarado, K. (2022). Inducción anaeróbica de *Bradyrhizobium japonicum* en la postcosecha de híbridos experimentales de cacao y su mejoramiento en la calidad fermentativa. *Journal of Science and Research UTB*, 7(2), 19–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7723254>
- Medina, Vásquez, L., Mendoza, E., Pazmiño, Á., & Plua, J. (2025). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and nitrogen compounds on the fermentation of banana pulp (*Musa* spp.). *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, 42(3), 1–7.
- Menzies, Scneider, R., Pluer, W., Morreale, S., & Walter, M. (2020). Returning degraded soils to productivity: Water and nitrogen cycling in degraded soils amended with coarse woody material. *Ecological Engineering*, 157, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105986>
- Reyes, Medina, G., Moreno, A., & Encalada, M. (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/https://doi.org/10.71068/2v7m3645>
- Szpunar, Wondolowska, A., Bobrecka, D., Janczak, M., Kotecki, A., & Kozak, M. (2021). Effect of nitrogen fertilisation and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* on the Fatty Acid Profile of Soybean. *Agronomy*, 11(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050941>
- Vasquez, Alvarado, K., Intriago, F., Vera, J., Raju, N., & Prasad, R. (2024). Banana and apple extracts with efficient microorganisms and their effect on cadmium reduction in cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *Discover Food*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00205-5>



- Vera, J., Tobar, A., Vásquez, L., Medina, F., López, M., Córdova, H., López, S., Plua, J., Narváez, R., Ramos, B., Pazmiño, Á., & Rodríguez, S. (2025). Use of cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) for the control of weeds in african palm (*Elaeis guineensis*). *Salud, Ciencia y Tecnología*, 5(1832), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.56294/saludcyt20251832>
- Vera, R., Vera, J., Vásquez, L., Cobos, F., Rodríguez, S., Pazmiño, Á., & Villamarin, J. (2025). Efecto del mucilago de cacao adicionando con tres niveles de vinagre y melaza como herbicida en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Sociedad Científica Del Paraguay*, 30(1), 1–13. <https://doi.org/10.32480/rscp.2025.30.1.0113>