

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, MACRONUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES EN ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES, GUERRERO, MÉXICO

**EXPLORATORY ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL
PARAMETERS, MACRONUTRIENTS, AND
MICRONUTRIENTS IN FOLIAR ORGANIC FERTILIZERS,
GUERRERO, MEXICO**

José Angel Vences-Martínez
Universidad Autónoma de Guerrero, México

Aurora Cortés-Espino
Universidad Autónoma de Guerrero, México

Javier Alejo Lungo-Rodríguez
Universidad Autónoma de Guerrero, México

Iris Bello-Martínez
Universidad Autónoma de Guerrero, México

Análisis Exploratorio de Parámetros Fisicoquímicos, Macronutrientes y Micronutrientes en Abonos Orgánicos Foliares, Guerrero, México

José Angel Vences-Martínez¹

vences_angel@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3543-9657>

Escuela Superior en Desarrollo Sustentable,
Universidad Autónoma de Guerrero
México

Javier Alejo Lungo-Rodríguez

17683@uagro.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8142-4221>

Escuela Superior en Desarrollo Sustentable,
Universidad Autónoma de Guerrero
México

Aurora Cortés-Espino

aurocortz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6863-3184>

Escuela Superior en Desarrollo Sustentable,
Universidad Autónoma de Guerrero
México

Iris Bello-Martínez

irisbellomartinez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-7611-0353>

Escuela Superior en Desarrollo Sustentable,
Universidad Autónoma de Guerrero
México

RESUMEN

Los abonos orgánicos foliares (AOF) representan una alternativa para conservar la fertilidad del suelo y la seguridad alimentaria. La falta de información fisico-química y nutrimental limita su uso. En este estudio se realizó un análisis exploratorio de los parámetros fisicoquímicos y nutrimentales de cuatro AOF (humus de lombriz, caldo de ceniza, biol de plátano y una combinación de humus de lombriz/caldo de ceniza). La composición fisico-química y nutrimental se evaluó mediante pruebas de laboratorio y Análisis de Componentes Principales (ACP) en RStudio v4.3.1. Los resultados mostraron variabilidad de nutrientes, destaca el caldo de ceniza con mayor concentración mineral (potasio y calcio), el biol de plátano por mayor concentración de hierro. Los valores de pH y conductividad eléctrica variaron significativamente destacando el caldo de ceniza (más alcalino) y el biol de plátano (más ácido). El ACP reveló agrupaciones significativas de los abonos según su composición nutricional, destacando el caldo de ceniza por su riqueza mineral. Este estudio revela la importancia del análisis de parámetros fisicoquímicos y nutrimentales de los AOF, para el manejo integrado de nutrientes en la agricultura sostenible.

Palabras clave: abonos orgánicos foliares, análisis exploratorio, nutrientes, fertilización sustentable, agricultura sostenible

¹ Autor principal.

Correspondencia: aurocortz@gmail.com

Exploratory Analysis of Physicochemical Parameters, Macronutrients, and Micronutrients in Foliar Organic Fertilizers, Guerrero, Mexico

ABSTRACT

Foliar organic fertilizers (FOFs) offer an alternative for preserving soil fertility and ensuring food security. However, their use is limited by a lack of comprehensive physicochemical and nutritional information. This study aimed to conduct an exploratory analysis of the physicochemical and nutritional parameters of four organic fertilizers (vermicompost, ash broth, banana biofertilizer, and a vermicompost/ash broth combination) to inform integrated nutrient management. Laboratory tests and Principal Component Analysis (PCA) using RStudio v4.3.1 were employed to assess their composition. The results revealed nutrient variability, with ash broth exhibiting the highest mineral concentration (potassium and calcium) and banana biofertilizer showing the highest iron content. pH and electrical conductivity values varied significantly, with ash broth being more alkaline and banana biofertilizer more acidic. PCA identified distinct groupings of the fertilizers based on their nutritional profiles, highlighting ash broth for its mineral richness. This study underscores the importance of analyzing the physicochemical and nutritional characteristics of organic fertilizers to support integrated nutrient management in sustainable agriculture.

Keywords: organic foliar fertilizer, exploratory analysis, nutrients, sustainable fertilization, sustainable agriculture

*Artículo recibido 09 agosto 2025
Aceptado para publicación: 13 septiembre 2025*



INTRODUCCIÓN

La agricultura enfrenta retos de sostenibilidad por la degradación del suelo y la dependencia de fertilizantes químicos. El uso intensivo de fertilizantes sintéticos provoca contaminación del agua, la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad (Carranza-Patiño, Aragundi-Sabando, Macias-Barrera, Paredes-Sarabia, & Villegas-Ramírez, 2024; Montenegro Gómez, Calderón Vallejo, & Parra Orobio, 2024). Según la FAO (2024), cada año se pierden 100 millones de hectáreas de tierras que producen el 95% de los alimentos.

Los abonos orgánicos surgen como una estrategia para promover la agricultura sostenible, mejorando la salud del suelo y reduciendo los impactos ambientales ((López-Ramírez, Sánchez-Mota, Herrera, & Rodríguez-Martínez, 2025). Los fertilizantes orgánicos son elaborados con estiércol, residuos de plantas y subproductos orgánicos, mejoran la estructura y la fertilidad del suelo, fomentan la biodiversidad microbiana, esencial para la nutrición vegetal (Cotrina-Cabello, Alejos-Patiño, Cotrina-Cabello, Córdova-Mendoza, & Córdova-Barrios, 2020; López-Ramírez et al., 2025).

En América Latina, el uso de abonos orgánicos ha ganado relevancia para mitigar los efectos del cambio climático y la sobreexplotación de los recursos naturales. En países como México, la aplicación de biofertilizantes, como el compost y el humus de lombriz, ha mostrado efectos positivos en la mejora de la productividad agrícola, especialmente en suelos degradados (Vera-Morales et al., 2023).

Por otro lado, los inoculantes biológicos microbianos, como bacterias y hongos benéficos, surgen como una alternativa a los fertilizantes químicos al mejorar la calidad del suelo promover el crecimiento vegetal y aumentar la disponibilidad de nutrientes (Montenegro Gómez et al., 2024). En Colombia, el uso de estos inoculantes ha mostrado ser una estrategia prometedora para reducir la dependencia de los fertilizantes sintéticos y fortalecer la bioeconomía agrícola (Montenegro Gómez et al., 2024).

México enfrenta desafíos relacionados con la acidez y salinidad del suelo, impulsando la búsqueda de alternativas para restaurar la fertilidad y reducir los fertilizantes sintéticos (Soto Villena, 2025). En este contexto, el uso de abonos orgánicos y biofertilizantes ha demostrado ser una solución viable para mejorar la calidad del suelo y la productividad de los cultivos, al tiempo que contribuye a la sostenibilidad ambiental (Ramírez Iglesias, 2022).

En el estado de Guerrero, el uso de abonos orgánicos se ha incrementado en los últimos años, debido a



la necesidad de enfrentar los problemas de fertilidad y erosión del suelo. Investigaciones como la de Rosas-Guerrero et al. (2024) en la producción de melón abonado con lombricomposta y de López-Atanacio et al. (2025) en pepino abonado con bocashi, han demostrado tener efectos positivos en la calidad y cantidad de los frutos. Sin embargo, la falta de conocimiento las propiedades fisicoquímicas de estos productos, así como sus efectos en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, dificulta su aplicación y eficacia, lo subraya la necesidad de realizar estudios específicos en la región.

El objetivo de esta investigación fue realizar un análisis exploratorio de la composición de macro y micronutrientes de cuatro abonos orgánicos foliares (humus líquido de lombriz, Biol de plátano, caldo de ceniza y humus de lombriz/caldo de ceniza), para que puedan ser aplicados en la producción orgánica desde una perspectiva práctica y que coadyuve en disminuir el uso de abonos sintéticos.

METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un enfoque mixto y el tipo de estudio es exploratorio (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Una vez elaborados los abonos foliares (caldo de ceniza, humus líquido de lombriz, biol de plátano y la combinación de humus líquido más caldo de ceniza), se recolectaron por separado cada uno en recipientes de plástico con capacidad de 1 L y fueron enviados para su análisis al laboratorio de Fertilidad de Suelos, acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (SA-1359-044/21), para determinar las concentraciones fisicoquímicas, macro y micro nutrientes.

Asimismo, se realizó un Análisis de Componentes Principales a través de RStudio versión 4.3.1 con la finalidad de tener una descripción general y comportamiento de los abonos propuestos en cuanto a las concentraciones fisicoquímicas, para esto, los datos fueron normalizados mediante zscore para garantizar igualdad en las variables, obteniendo un biplot para su interpretación (Fernández-Chuairey et al., 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macro y Micronutrientes en abonos orgánicos foliares

Los abonos orgánicos foliares representan una alternativa sustentable y eficiente en el manejo de la fertilización agrícola, particularmente en sistemas donde se busca reducir la dependencia de los fertilizantes sintéticos. En esta investigación, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y las



concentraciones de macro y micronutrientes de cuatro abonos orgánicos: humus de lombriz, caldo de ceniza, biol de plátano y la combinación de humus de lombriz/caldito de ceniza. Los resultados obtenidos en este estudio revelan diversas características que son cruciales para el rendimiento agrícola y la calidad de estos fertilizantes orgánicos.

Este estudio se alinea con la creciente tendencia hacia la utilización de fertilizantes orgánicos como alternativa sustentable frente a los fertilizantes sintéticos, que han mostrado efectos negativos sobre la salud del suelo y el medio ambiente (López-Ramírez et al., 2025).

En la tabla 1 se observan los resultados de las concentraciones fisicoquímicas, macro y micronutrientes de cuatro abonos orgánicos foliares evaluados, los cuales fueron elaborados a partir de residuos orgánicos, y que presentan elementos que los sintéticos no pueden cubrir, tal como lo mencionan Barragán-Rosado et al. (2018) donde este tipo de fertilización foliar incrementan los caracteres fisiológicos, reflejando un efecto sinérgico en la planta por asimilación de nutrientes.

Tabla 1 Parámetros fisicoquímicos de macro y micronutrientes

Parámetros	Humus lombriz	de Caldo ceniza	de Biol de plátano	Humus lombriz/Caldo ceniza	de de
pH	8.3	13.3	4.23	10.3	
CE (ds/m)	5	35.5	2.67	9.63	
N Total %	0.26	0.19	0.18	0.02	
P %	0.01	0.02	0.0032	0.0081	
K %	0.13	0.49	0.06	0.26	
Ca %	0.0043	0.38	0.01	0.01	
Mg %	0.0036	0.06	0.0093	0.0023	
Na %	0.03	0.31	0.0064	0.13	
S %	0.01	0.07	0.006	0.03	
Fe ppm	7.62	37.6	107	5.55	
Cu ppm	0.15	35.8	0.34	0.22	
Mn ppm	0.86	11.5	3.11	0.28	
Zn ppm	1.12	17.1	0.95	0.03	
B %	8.38	17.8	0.01	1.48	
Humedad %	99.1	93	99.4	98.3	
MO %	0.44	3.47	0.43	0.85	
Cenizas %	0.44	3.52	0.15	0.82	
Carbono Orgánico %	0.26	2.01	0.25	0.49	
C/N %	0.97	10.8	1.37	20	

Nota: Parámetros y unidades de medida de los abonos. Fuente: Fertilab de suelos S. DE RL.



Vera-Morales et al. (2023) explican que la aplicación de un abono orgánico foliar puede favorecer la nutrición en los cultivos, debido a que estos son de fácil distribución a través de los tejidos, como las hojas, y acelera su incorporación a las plantas. Además, es económicamente eficiente ya que permite una aplicación controlada en función de la fisiología de la planta, optimizando su uso (Niu, Liu, Huang, Liu, & Yan, 2021).

pH y Conductividad eléctrica

El pH de los abonos fue diferente para cada abono, siendo el Caldo de ceniza, el que presentó la mayor concentración con un resultado muy alcalino (13.3), seguido por la combinación de Humus de lombriz/Caldo de ceniza (10.3), el Humus de lombriz mostró un pH de 8.3 y el Biol de plátano un valor muy ácido (4.23), por tanto, es necesario profundizar en más estudios que determinen las diluciones necesarias en función de los suelos o cultivos donde serán aplicados. Esto es coherente con estudios anteriores que informan una gran diversidad en los valores de pH según el tipo de abono, especialmente en condiciones anaerobias donde existen pH por debajo de 5.0 (Zagoya Martínez, Ocampo Mendoza, Ocampo Fletes, Macías López, & De La Rosa Peñaloza, 2015).

Ramos Flores (2016) demuestra en su estudio que los resultados de pH observados en el biofertilizante a base de Microorganismos de Montaña Activados (MMA) en combinación con ceniza, obtuvo un pH de 5.56, esto se presenta porque el contenido de ceniza de madera presente, es un neutralizante por tener la presencia de carbonatos.

Por su parte el Biol de plátano registró un pH (4.23), mientras Andrade-Quiñones et al. (2019) registró un pH promedio de 8, estos valores están condicionados por la acción de ácidos orgánicos, que está fuertemente vinculado con la etapa de maduración de los raquis de plátano.

De acuerdo con la norma NMX-FF-109-SCFI-2008 la calidad de lombricomposta debe oscilar el pH entre 5.5 a 8.5, por tanto, el humus de lombriz líquido elaborado cumple los estándares plasmados en esta norma.

El caso de la conductividad eléctrica, el valor para el humus de lombriz líquido fue (5 dS/m), mientras que la NMX-FF-109-SCFI-2008 establece como rango ≤ 4 dS/m por lo cual, nuestro humus de lombriz líquido es superior (DOF, 2008).

La Conductividad eléctrica es la cantidad de sales y nutrientes presentes en una solución, conocer su



valor evita problemas de fitotoxicidad y optimiza la fertilización de las plantas, la mayor concentración se encontró en caldo de ceniza con 35.5 ds/m, seguido de Humus de lombriz/Caldo de ceniza con 9.63 ds/m, en menor concentración humus de lombriz con 5 ds/m y finalmente el biol de plátano con 2.67 ds/m, conocer este valor permite llevar a cabo diluciones previa con agua para evitar daños a los cultivos durante su aplicación, con estos datos, Gil-Ramírez et al. (2023) sugieren utilizar en áreas donde las concentraciones de salinidad son bajas y de preferencia realizar diluciones como 1:10 o en su defecto hasta 1:20.

Los suelos con una CE menores de 1 dS/m se clasifican como un suelo libre de sales y no presentan restricción para ningún cultivo, mientras que valores entre 2 y 4 dS/m de CE (suelo moderadamente salino) reduce el rendimiento de cultivos sensibles a las sales. Por otro lado, en los suelos altamente salinos que presentan una CE de 8 a 16 dS/m solo sobreviven los cultivos resistentes a la salinidad (Nota técnica Fertilab 19-025). Cualquier elemento puede convertirse en tóxico para la planta si su concentración en la solución del suelo es alta, o si se encuentra en desequilibrio con otros elementos.

El humus de lombriz líquido presenta una humedad de 99.1% mientras que la NMX-FF-109-SCFI-2008 indica que debe de estar entre los rangos de 20 a 40% para este parámetro, lo que significa que el abono foliar de la presente investigación es superior esto puede ser por los insumos utilizados. El Biol de plátano tiene un porcentaje de humedad 99.4% mientras, el caso del caldo de ceniza fue 93.1% la diferencia puede estar asociado a las materias primas y los procesos de elaboración.

El humus de lombriz líquido, presentó un valor de materia orgánica de 0.4% mientras que la NMX-FF-109-SCFI-2008 detalla que debe ser de 20% a 50% (base seca). Por su parte para este parámetro, ni los insumos, ni el procedimiento de elaboración, condicionó el valor de (0.4%) para el Biol de plátano y el caldo de ceniza.

La relación C/N es otro parámetro crítico que afecta la mineralización de los nutrientes en el suelo. En este estudio, la combinación de humus de lombriz/caldo de ceniza presentó la relación más alta (20), seguida por el caldo de ceniza (10.8), lo que refleja una mayor cantidad de carbono en relación al nitrógeno. Este hallazgo es consistente con los de Peñaloza-Monroy et al. (2019), quienes señalan que las bajas relaciones C/N son indicativas de un abono más equilibrado en términos de nitrógeno disponible para las plantas.



En un estudio realizado por Castillo-Oñate (2023) sobre Biol de plátano, el Fe presentó un valor de 4.2 ppm, que fue menor a nuestro estudio, esto se debe posiblemente a los insumos utilizados para la preparación.

Soto Villena (2025) menciona que se deben comprender los procesos biogeoquímicos y la solubilización de nutrientes en el biofertilizante. Porque ayudará a generar distintas formulaciones de los ingredientes que actúan específicamente en los microorganismos benéficos reproducidos. Esto permitirá a los microorganismos degradar mayor cantidad de materia orgánica y por lo tanto solubilizar mayor cantidad de nutrientes.

Andrade-Quiñones et al. (2019) mencionan que el pH es un parámetro importante ya que a través de un medio ácido se reduce el riesgo de proliferación de microorganismos patógenos perjudiciales para el biol. Mencionan que para determinar la calidad de un biofertilizante líquido es importante realizar mediciones como el pH, conductividad eléctrica, densidad y contenido de sólidos totales. Asimismo, se debe considerar realizar una caracterización de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Na y Mg), el porcentaje de cada uno de estos varía con la calidad y cantidad de materia orgánica o los materiales empleados en su elaboración.

Propiedades físicas y contenido orgánico

La humedad tiene valores similares entre los abonos por su característica líquida; por otro lado, se encontró una mayor concentración de Materia orgánica en el Caldo de ceniza con 3.47%, cenizas (3.52%), Carbono orgánico (2.01%), en cuanto a la relación Carbono/Nitrógeno fue mayor en la combinación de Humus de lombriz/Caldo de ceniza (20%), seguido por el caldo de ceniza (10.8%). Torres-Rodríguez et al. (2016) mencionan que los valores de materia orgánica varían en función del material con el que fueron elaborados, ellos encontraron 1.86% de materia orgánica en sus abonos líquidos y en este estudio el caldo de ceniza fue muy superior y los otros abonos se observaron por debajo de 1%.

Macronutrientes

Los macronutrientes se clasifican en primarios (N, P y K) y secundarios (Ca, Mg, Na y S), y Alayón-Luaces et al. (2014) mencionan que son complementarios a la fertilización en el suelo, contribuyendo en una mayor producción.



Los resultados obtenidos en este estudio (Figura 1 y 2) coinciden en gran medida con los hallazgos previos sobre las variaciones en la concentración de macronutrientes en abonos orgánicos. Por ejemplo, se observó que el humus de lombriz presentó concentraciones moderadas de nitrógeno total (0.26%), fósforo (0.01%) y potasio (0.13%), resultados que están dentro de los rangos reportados en estudios previos de abonos orgánicos como el de Pérez Cardozo, Pérez Cordero & Vertel Morinson (2010) donde se destaca la eficiencia de los abonos sólidos como el compost y el lombricompost para liberar estos nutrientes a las plantas.

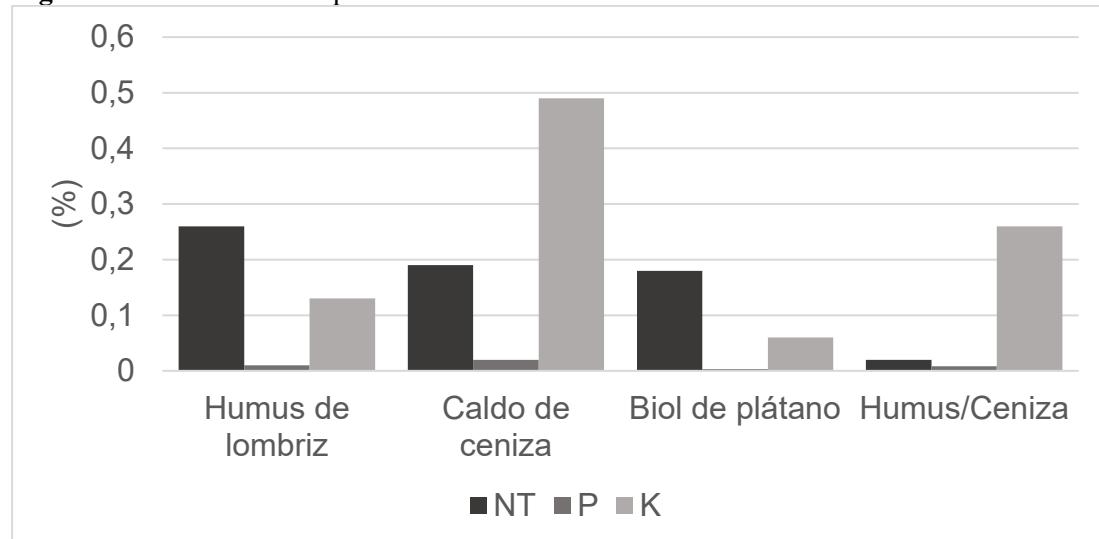
El caldo de ceniza, por otro lado, presentó una alta concentración de potasio (0.49%) y calcio (0.38%), lo que concuerda con estudios previos sobre el uso de cenizas como fuente rica en minerales (Torres Rodríguez, Mendoza, Parra, & Gómez, 2016). Sin embargo, la concentración de fósforo fue generalmente baja en todos los abonos analizados, un patrón también observado en otros estudios que sugieren que el fósforo en abonos orgánicos depende en gran medida del material de origen (Peñaloza Monroy et al., 2019).

De igual forma Pérez Cardozo et al. (2010) señalan que la pollinaza puede contener concentraciones nutrimentales para los cultivos en relación con otros materiales como es el caso de la bovinaza, y puede realizarse mediante la composta y la lombricomposta.

Granada-Torres y Prada-Millán (2015) enfatizan que es necesario disponer de material tanto de origen vegetal como animal, para tener niveles óptimos de temperatura y humedad, pero además de inocuidad. Sin duda alguna, el uso de abonos foliares en la producción agrícola combinado con otro tipo de fertilización coadyuva en el rendimiento, tal como lo menciona Alcívar Llivicura et al. (Alcívar Llivicura et al., 2021), donde combina el lixiviado de vermicompost, generando una alternativa a las bajas dosis que presentan estos abonos

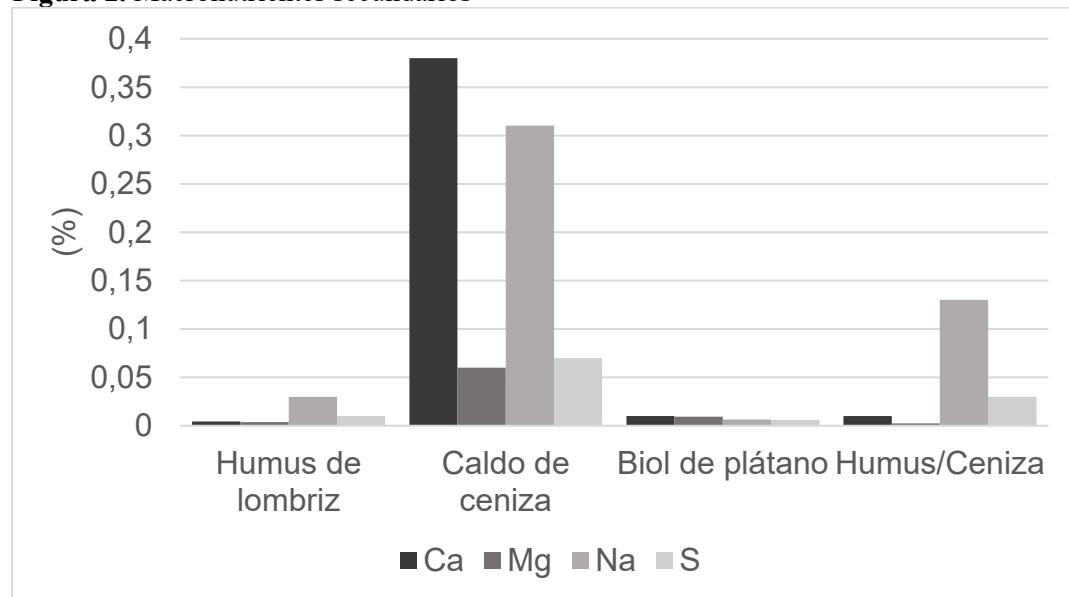


Figura 1. Macronutrientes primarios



Nota: Tres Macronutrientes: Nitrógeno Total (NT), Fosforo (F), Potasio (K) de un porcentaje: 0-0.6 %. Fuente elaboración propia

Figura 2. Macronutrientes secundarios



Nota: Cuatro Macronutrientes: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Azufre(S), en porcentajes: 0- 0.40 %. Fuente elaboración propia

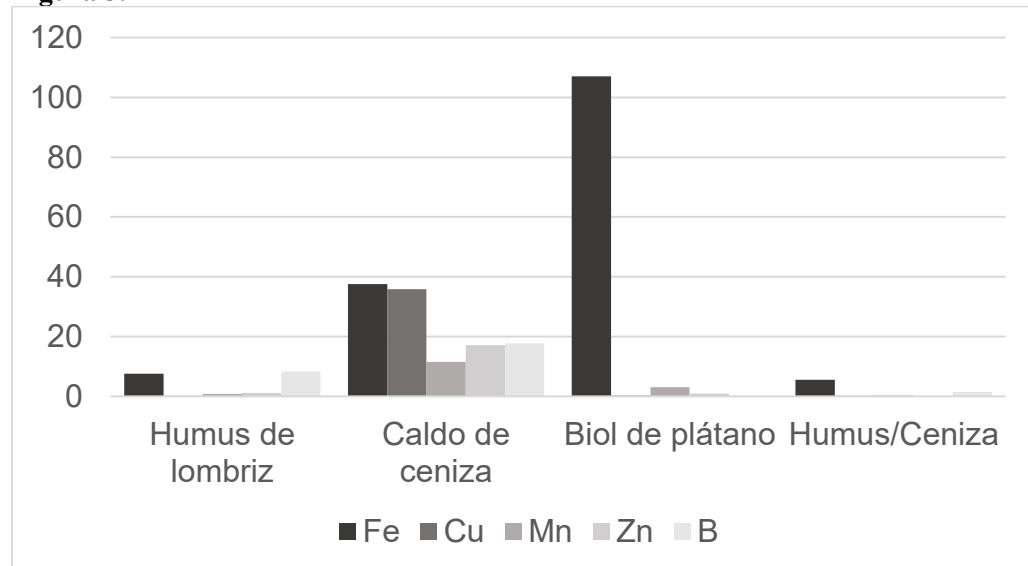
Micronutrientes

Los micronutrientes son elementos que las plantas necesitan en menor cantidad para que realicen diversas funciones, en la figura 3 se observa que el Biol de plátano tiene la mayor concentración de hierro (107 ppm), a diferencia de los demás abonos que mostraron una menor concentración; lo cual respalda los hallazgos de otros estudios que indican que el biol es particularmente rico en hierro debido a la naturaleza de las materias primas utilizadas (Pérez Cardozo et al., 2010), lo que refleja la riqueza

mineral de las cenizas.

El cobre mostró un valor elevado en el caldo de ceniza con 35.8 ppm, asimismo, con el Manganese (11.5 ppm), el Zinc (17.1 ppm) y el Boro con 17.8 ppm, a diferencia de los demás abonos que tuvieron las concentraciones más bajas, en este sentido Ali et al. (Ali et al., 2014) mencionan que la aplicación foliar de micronutrientes es beneficioso para mejorar significativamente la calidad de los frutos.

Figura 3. Micronutrientes de los abonos



Nota: Las concentraciones de los Micronutrientes en ppm (partes por millón), de 0 – 120 ppm. Fuente elaboración propia.

A pesar de estos hallazgos positivos, algunos estudios previos, como el de González-Márquez et al. (2021), han señalado que el uso de diversos materiales locales para la elaboración de los abonos influye en la concentración de los nutrientes y esto requiere más investigaciones, lo cual es particularmente cierto para los abonos utilizados en este estudio, donde se observó una baja concentración de micronutrientes, especialmente en el humus de lombriz. Este fenómeno podría explicarse por la naturaleza de la materia orgánica utilizada y el proceso de compostaje, que puede no liberar completamente estos micronutrientes (Torres Rodríguez et al., 2016).

Al comparar los resultados de este estudio con los realizados en otras regiones, como el de la subregión Sabanas en Colombia (Pérez Cardozo et al., 2010) y el de Quíbor en Venezuela (Torres Rodríguez et al., 2016), se observa que la variabilidad en la concentración de nutrientes depende en gran medida del tipo de abono, la materia prima utilizada y las condiciones ambientales locales. Esto subraya la importancia de adaptar las fórmulas de abonos orgánicos a las condiciones específicas de cada región para maximizar

su efectividad en el suelo.

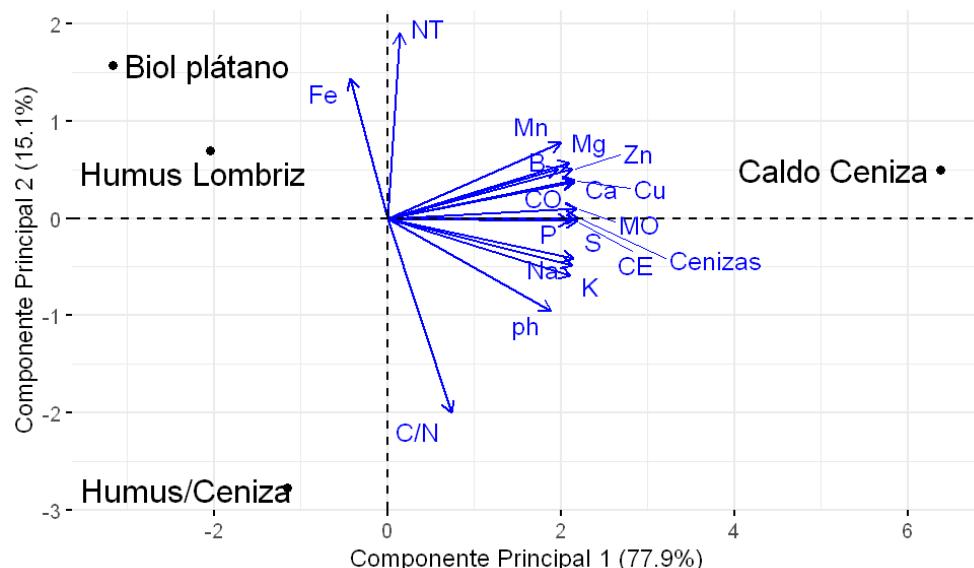
Análisis de Componentes Principales de las propiedades fisicoquímicas de los abonos

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos de los macro y micronutrientes evaluados, permitió realizar un Análisis de Componentes Principales con la finalidad de realizar una descripción exploratoria y poder observar posibles diferencias y similitudes en cuanto a la concentración nutrimental, por tanto, no es posible correlacionarlos en cuanto a su calidad y efectividad.

En el Análisis de Componentes Principales los dos primeros Componentes Principales explican el 93% de la varianza total (ACP1= 77.9%, ACP2= 15.1%), las cuales resumen la información completa, diferente a la varianza total (69.16%) encontrada por Peñaloza-Monroy et al. (2019), en su estudio a partir de gallinaza.

En la figura 4 se observa que en el Componente Principal 1 se encuentran la mayor parte de macro y micronutrientes, como K, Ca, Mg, Na, S, Zn, Cu, B, Mn y P, así como también parte de composición química como Materia Orgánica, Cenizas y Conductividad Eléctrica, ubicando al Caldo de ceniza en el extremo positivo, lo que refleja riqueza mineral y presencia química en los abonos. En el Componente Principal 2, se observa más influencia de Nitrógeno Total, Fe, y relación Carbono/Nitrógeno, observando al Biol de plátano y Humus de Lombriz en el cuadrante superior izquierdo, lo que indica una mayor concentración de Hierro y Nitrógeno respectivamente; La combinación Humus lombriz/Caldo de ceniza se encontró en el cuadrante inferior izquierdo, relacionada al parámetro C/N.

Figura 4. Análisis de Componentes Principales de Macro y Micronutrientes



Fuente: elaboración propia.

Con base en Crista et al. (Crista et al., 2024) el ACP es una herramienta que permite identificar en este tipo de estudios relaciones complejas entre las variables, ya que ellos observaron que el ACP les ayudó a optimizar las prácticas de fertilización foliar en el rendimiento del cultivo de maíz. Asimismo, permite reducir la dimensionalidad de los datos y relacionarlos (Pérez Cardozo et al., 2010).

CONCLUSIONES

Los abonos orgánicos foliares descritos en esta investigación contienen macro y micronutrientes en diferentes concentraciones, esencialmente contienen minerales que los fertilizantes sintéticos no presentan.

Con base en el ACP, los Componentes Principales 1 y 2, explican el 93% de la varianza, se puede inferir que el caldo de ceniza al encontrarse en el cuadrante positivo agrupado a gran parte de los macro y micronutrientes, es el abono orgánico con mayor riqueza mineral en contraste con los demás, sin embargo, dado su pH y CE, se sugiere realizar las diluciones correspondientes para evitar fitotoxicidad en los cultivos.

Este análisis facilita la selección y combinación de abonos orgánicos foliares en función de sus propiedades nutritivas para optimizar su uso en la agricultura sustentable. De manera adicional se requiere validación en campo con la implementación de parcelas demostrativas y programas de concientización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayón Luaces, P., Antonio Rodríguez, V., Píccoli, A. B., Chabbal, M. D., Giménez, L. I., & Martínez, G. C. (2014). Fertilización foliar con macronutrientes a plantas de naranja Valencia late (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y tangor Murcott (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 46(1), 87-96.
- Alcívar Llivicura, M. F., Vera Rodríguez, J. H., Arévalo Serrano, O. J., Arévalo, B. D., Pachar, L. E., Castillo, C. B., ... Paltán, N. D. (2021). Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. Revista colombiana de ciencia animal recia, 13(1), 50-58. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793>
- Ali, A., Perveen, S., Muhammad Shah, S. N., Zhang, Z., Wahid, F., Shah, M., ... Majid, A. (2014). Effect of Foliar Application of Micronutrients on Fruit Quality of Peach. American Journal of



Plant Sciences, 05(09), 1258-1264. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.59138>

Andrade Quiñones, Y. P., Hidalgo Nieto, A. M., & Herrera Baquero, C. A. (2019). Caracterización de lixiviados generados del raquis de plátano (*Musaceae paradisiaca* L). Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 10(1), 18-47. <https://doi.org/10.22579/22484817.723>

Barragán Rosado, L., Rosero Guillen, C., Campi Ortiz, D., Auhing Arcos, J., & Canchignia Martínez, H. F. (2018). Respuesta morfológica de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) por fertilización edáfica y edáfica-foliar. Revista Ciencia y Tecnología, 11(1), 55-61.

Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., & Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y manejo sostenible del suelo en la agricultura: Una revisión sistemática de prácticas tradicionales y modernas. Código Científico Revista de Investigación, 5(E3), 1-28. <https://doi.org/10.55813/gaea/cri/v5/nE3/303>

Castillo Oñate, J. A. (2023). Elaboración y determinación de la calidad de lixiviados obtenidos de diferentes partes del plátano barraganete (*Musa paradisiaca*). Recuperado de <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>

Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Effect of organic fertilizers on agricultural soil of Purupampa Panao, Peru. Centro Agrícola, 47(2), 31-40.

Crista, L., Radulov, I., Crista, F., Imbreia, F., Manea, D. N., Boldea, M., ... Lațo, A. (2024). Utilizing Principal Component Analysis to Assess the Effects of Complex Foliar Fertilizers Regarding Maize (*Zea mays* L.) Productivity. Agriculture, 14(8), 1428.

<https://doi.org/10.3390/agriculture14081428>

DOF - Diario Oficial de la Federación. (2008). NMX-FF-109-SCFI-2008. Humus de lombriz (lombricomposta) especificaciones y métodos de prueba. Recuperado 15 de septiembre de 2025, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5044562&fecha=10/06/2008#gsc.tab=0

Fernández-Chuairy, L., de Oca, L. R.-M., Varela-Nualles, M., Pino-Roque, J. A., del Pozo-Fernández, J., & Lim-Chamg, N. U. (2022). Analysis of Main Components, an Effective Tool in Agricultural Technical Sciences. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 31(1), 101-107.



Gil Ramírez, L. A., Leiva Cabrera, F. A., Lezama Escobedo, M. K., Bardales Vásquez, C. B., & León Torres, C. A. (2023). Biofertilizante “biol”: Caracterización física, química y microbiológica. *Revista Alfa*, 7(20), 336-345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>

González-Márquez, L. C., Félix-Gastélum, R., Sandoval-Romero, J. A., Escobedo-Urías, D. C., & Longoria-Espinoza, R. M. (2021). Caracterización de biofertilizantes utilizados en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa, México. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-14. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.859>

Granada Torres, C. A., & Prada Millán, Y. (2015). Caracterización del lixiviado agroecológico a partir de residuos orgánicos de cultivos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 169-182. <https://doi.org/10.22490/21456453.1414>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw Hill México. Recuperado de <http://104.207.147.154:8080/handle/54000/1292>

López-Atanacio, M., Rosas-Guerrero, V., Lucas-García, R., Alemán-Figueroa, L., & Gama-Salgado, J. A. (2025). Storage Time in Bokashi Alters the Growth and Fruit Production in Cucumber. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1009370>

López-Ramírez, M. Á., Sánchez-Mota, L., Herrera, J. H., & Rodríguez-Martínez, G. (2025). Propuesta de abono orgánico con residuos de oreochromis-niloticus para suelos degradados en fósforo. Una revisión. 17(1), 361-372.

Montenegro Gómez, S. P., Calderón Vallejo, L. F., & Parra Orobio, B. A. (2024). Inoculantes biológicos: Oportunidades y desafíos para la sustentabilidad agrícola y bioeconomía colombiana. Una revisión. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 15(2), 11. <https://doi.org/10.22490/21456453.7018>

Niu, J., Liu, C., Huang, M., Liu, K., & Yan, D. (2021). Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), 104-118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2024). *Desertification and Drought Day 2024: United for Land, Our Legacy, Our Future*. Recuperado



15 de septiembre de 2025, de FAOResionalOffice-NearEast-RNE website:

<https://www.fao.org/neareast/news/details/desertification-and-drought-day-2024--united-for-land--our-legacy--our-future/en>

Peñaloza Monroy, J., Reyes Ramírez, A. K., González Huerta, A., Pérez López, D. de J., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2019). Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5), 1139-1149.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1759>

Pérez Cardozo, R., Pérez Cordero, A., & Vertel Morinson, M. (2010). Caracterización nutricional, físico-química y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agro ecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre. *Revista Tumbaga*, (5), 27-37.

Ramírez Iglesias, E. (2022). La elaboración de abonos orgánicos y aprendizaje significativo para la transformación educativa en un contexto de transición agroecológica. *Cuadernos Intercambio sobre Centroamérica y el Caribe*, 19(2), 12. <https://doi.org/10.15517/c.a..v19i2.50595>

Ramos Flores, L. M. (2016). Caracterización fisico-química del biofertilizante microorganismos de montaña (MM) para la finca agroecológica Santa Inés, Zamorano, Honduras (PhD Thesis, Escuela Agrícola Panamericana). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/28c5819a-545c-4112-90cd-7edf2e920727/content>

Rosas-Guerrero, V. M., Alemán-Figueroa, B. L., & Gama-Salgado, J. A. (2024). Evaluación de abonos orgánicos en la producción de melón. En *Acciones locales para el desarrollo sostenible: Objetivos de desarrollo sostenible- agenda 2030* (pp. 245-263). México: Editorial Tirant Lo Blanch.

Soto Villena, N. (2025). Evaluación fisicoquímica y cuantificación de nutrientes de un biofertilizante líquido (Biol) elaborado a partir de residuos orgánicos. (Universidad Nacional Autónoma de Chota, Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial). Universidad Nacional Autónoma de Chota, Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unach.edu.pe/items/bcdbc80-0059-4115-862b-02a3bfbcbb76>



- Torres Rodríguez, D. G., Mendoza, B., Parra, L. M., & Gómez, C. E. (2016). Calidad de abonos orgánicos empleados en la depresión de Quíbor-Venezuela bajo ambientes protegidos. *Revista Ciencia y Tecnología*, 9(2), 1-10. <https://doi.org/http//dx.org/10.18779/cytuyeq.v9i2.18.g10>
- Vera-Morales, M., Sosa, D., Arias-Vega, C., Espinoza-Lozano, F., Pérez-Martínez, S., & Ratti, M. F. (2023). Aplicación de un abono foliar líquido en el cultivo de cacao nacional fino de aroma en Morona Santiago, Ecuador. *Revis Bionatura* 2023; 8 (2) 19. *Revista Bionatura*, 8(2), 1-8. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.02.19>
- Zagoya Martínez, J., Ocampo Mendoza, J., Ocampo Fletes, I., Macías López, A., & De La Rosa Peñaloza, P. (2015). Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 17(1), 14-19.

