

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Obtención de abono natural a partir de residuos sólidos orgánicos
municipales, utilizando microorganismos de montaña en el distrito de
Morales**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental

Autores:

Yelthsin Franco Mendoza
Seyei Rengifo Arévalo

Asesor:

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, diciembre de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo, Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“OBTENCIÓN DE ABONO NATURAL A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, UTILIZANDO MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL DISTRITO DE MORALES”** constituye la memoria que presentan los Bachilleres Yelthsin Franco Mendoza y Seyei Rengifo Arévalo para obtener el título de Profesional de Ingeniería Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 06 días del mes de diciembre del año 2021.



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 6 día(s) del mes de diciembre del año 2021, siendo las 08:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtro. Carmelino Almestar Villegas, el (la) secretario(a): Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gomez y los demás miembros: Ing. Juana Elizabeth Vasquez Vasquez

y el (la) asesor(a) Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Obtención de abono natural a partir de residuos sólidos orgánicos municipales, utilizando Microorganismos de montaña en el distrito de Morales.

del(los) bachiller(es): a) Yelthsin Franco Mendoza

b) Seyel Rengifo Arévalo

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Yelthsin Franco Mendoza

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|-----------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| Aprobado | 16 | B | Bueno | Muy Bueno |

Bachiller -(b): Seyel Rengifo Arévalo

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|-----------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| Aprobado | 16 | B | Bueno | Muy Bueno |

Bachiller -(c):

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-----------|---------|-------------|--------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| | | | | |

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

(*) **Tabla de Calificación**

| CALIFICACIÓN | ESCALAS | | | Mérito |
|--------------|-------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| | Vigesimal | Literal | Cualitativa | |
| APROBADO | 20 | A+ | Con nominación de Excelente | Excelencia |
| | 19 | A | | |
| | 18 | A- | Con nominación de Muy Bueno | Sobresaliente |
| | 17 | B+ | | |
| | 16 | B | Con nominación de Bueno | Muy Bueno |
| | 15 | B- | | |
| 14 | C | Con nominación de Aceptable | Bueno | |
| DESAPROBADO | Menos de 14 | D | Con nominación de Deficiente | Insuficiente |

Resumen

Este artículo tiene como objetivo obtener un abono natural líquido a partir de residuos sólidos orgánicos municipales utilizando MM en el distrito de Morales y determinar la capacidad de asimilación sobre las plantas de maíz. Para ello se recolectó 100 kg de residuos sólidos orgánicos y se las deshidrató mediante la exposición al sol, posteriormente se los trituró hasta obtener un residuo finamente pulverizado. Se agregó el material pulverizado al interior de un recipiente y se adicionó 20 litros agua destilada y 50 mL de MM activados. Se dejó reposar la mezcla por 10 días y después se procedió a extraer el líquido homogéneo. Se mezcló 20 ml de abono natural líquido y abono sintético con 5 kg de tierra agrícola y un testigo sin ningún tipo de abono. Finalmente se adicionó las semillas de maíz y pasado los 20 días de crecimiento se envió las hojas de la planta al laboratorio para su análisis. El resultado nos demuestra que la planta de maíz con abono natural líquido, logró ser el tratamiento con mayor asimilación de los parámetros nutritivos para la planta, N: 59.45%, C: 131.64%; P: 143.75%; K: 44.74%; Ca: 111.76%; Na:212.6 % y Fe: 96.15%; siendo estos valores obtenidos superiores a los del tratamiento a base de abono sintético. Se concluye que la utilización del abono orgánico utilizando residuos sólidos orgánicos municipales, presenta mayor porcentaje de asimilación de sus nutrientes por parte de la planta de maíz, en comparación con el tratamiento a base de abono sintético y de las plantas de maíz del tratamiento testigo.

Palabras clave: Abono orgánico, abono sintético, asimilación, maíz, nutrientes.

Abstract

This article aims to obtain a liquid natural fertilizer from municipal organic solid waste using MM in the Morales district and to determine the assimilation capacity of corn plants. For this, 100 kg of organic solid waste was collected and dehydrated by exposure to the sun, subsequently crushed until obtaining a finely pulverized residue. The pulverized material was added to the interior of a container and 20 liters of distilled water and 50 mL of activated MM were added. The mixture was left to rest for 10 days and then the homogeneous liquid was extracted. 20 ml of liquid natural fertilizer and synthetic fertilizer were mixed with 5 kg of agricultural land and a control without any type of fertilizer. Finally, the corn seeds were added and after 20 days of growth, the leaves of the plant were sent to the laboratory for analysis. The result shows us that the corn plant with liquid natural fertilizer, managed to be the treatment with the highest assimilation of the nutritive parameters for the plant, N: 59.45%, C: 131.64%; P: 143.75%; K: 44.74%; Ca: 111.76%; Na: 212.6% and Fe: 96.15%; being these values obtained superior to those of the treatment based on synthetic fertilizer. It is concluded that the use of organic fertilizer using municipal organic solid waste presents a higher percentage of assimilation of its nutrients by the corn plant, compared to the treatment based on synthetic fertilizer and the corn plants of the control treatment.

Key words: Organic fertilizer, synthetic fertilizer, assimilation, corn, nutrients.

Introducción

En el Perú el factor sociocultural tiene un grado de relación significativa con el manejo de residuos sólidos municipales domiciliarios, y es el factor que más relación tiene con la problemática. Esto debido a que la mayoría de pobladores perciben la contaminación por residuos sólidos, pero que esta no genera la contaminación del medio ambiente. Además, tampoco participan por ser parte de la solución al problema, atribuyendo esta responsabilidad solo a la municipalidad, así como tampoco identifican la cantidad de residuos sólidos que generan diariamente. No toman conciencia de la inadecuada comercialización informal de los residuos, y que existe un porcentaje de pobladores que considera correcto quemar los residuos o acumularlos en las calles. Por otro lado, consideran que es correcto no avisar a las autoridades sobre estos problemas porque no hacen nada al respecto (Casabona, Duran & Yucra, 2019). En la ciudad de Tarapoto, en los últimos años ha comenzado a desarrollarse y expandirse las actividades comerciales, así como el aumento de la densidad poblacional, lo cual conlleva a la utilización de más productos comestibles naturales e industrializados. Es así que la generación de residuos sólidos orgánicos municipales va en aumento y ahondado, esto con la poca capacidad de recojo de los residuos sólidos por parte de las municipalidades, quienes realizan el recojo de la basura en tiempos de cada 48 a 72 horas. Esta falta de premura en la recolección de residuos sólidos municipales y, teniendo en cuenta la proporcionalidad de más de un 60% son de naturaleza orgánica, conlleva a que estas sufran un proceso de descomposición acelerada, ayudada por la temperatura promedio de la zona que oscila entre 26 a 32 °C, provocando que su descomposición genere una contaminación ambiental rápida y de proporciones muy desagradable para la población (Cáceres, 2017). Una manera de favorecer la disminución de contaminación por acumulación excesiva de residuos orgánicos municipales, en la ciudad de Bogotá – Colombia, se utilizó los Microorganismos de Montaña (MM), para degradar los residuos orgánicos, logrando acelerar en un 57% el tiempo total de degradación de la materia orgánica en el proceso de compostaje, por lo cual la utilización de MM se considera como una alternativa para optimizar los procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos, siendo un modelo para agricultura sostenible (Méndez, 2019). En el distrito de Morales, la segregación de los residuos sólidos puede ser muy efectiva hasta cierto punto, pero el detalle es qué hacer que los residuos sólidos orgánicos y cómo poder hacer viable su utilización en beneficio de la población y el medio ambiente. Es por ello que esta investigación se justifica de una manera ideal para poder utilizar estos residuos sólidos orgánicos municipales en beneficio de la población y del medio ambiente, como un abono natural líquido, mediante la utilización de Microorganismos de montaña. Reduciendo de esta manera la descomposición inadecuada de la materia orgánica, así como ser fuente de focos infecciosos para la población del distrito de Morales.

Materiales y métodos

Descripción del lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en una parcela, a 50 metros de la Universidad Peruana Unión, en la urbanización Santa Lucía, distrito de Morales, provincia y departamento de San Martín. Con coordenadas UTM X:0345735, Y:9284326 y una altitud de 252 m, donde predomina el clima cálido y semiseco. La temperatura media anual es de 33.3 °C, con una precipitación media anual de 1213 mm, con régimen de lluvias abundantes entre los meses de octubre y marzo (Municipalidad Provincial de San Martín, 2019).

La presente investigación corresponde a un modelo de diseño experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). La población estuvo conformada por el volumen de 9.6 toneladas de residuos orgánicos que produce diariamente la Municipalidad Distrital de Morales (Oliva, 2019). Mientras que la muestra estuvo conformada por 100 kg de residuos sólidos orgánicos.

El procedimiento de investigación se dividió en cuatro etapas, etapa I (gabinete inicial), donde procedió a la recopilación de información bibliográficas (textos, revistas, artículos, etc.). Posterior a ello se obtuvo los equipos de protección personal y materiales que se emplearon; también se determinó la zona de la toma de muestra y punto de monitoreo mediante el uso de Google Earth. En la etapa II (Campo), se identificó los puntos de muestreo mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); el punto 1 (vendedores de frutas) con coordenadas UTM X: 0344614 y Y: 9284562, el punto 2 (vendedores de piña) con coordenadas UTM X: 0344738 y Y: 9283230 y el punto 3 (mercado Santa Anita) con coordenadas UTM X: 0346478 y Y: 9282341. Luego se procedió a recolectar la muestra por conveniencia de 100 kg, siendo residuos sólidos orgánicos provenientes de desechos de vegetales y frutas con la finalidad de garantizar una homogeneidad en cuanto a la composición física de las muestras, las cuales fueron llevadas al área de experimentación para su respectivo procesamiento. En la Etapa III (experimentación), se realizó un pretratamiento a las muestras de materia orgánica, con la finalidad de deshidratarlas mediante la exposición al sol y garantizar la mayor presencia de nutrientes de fácil biodegradación. Posteriormente se trituró hasta obtener un residuo finamente pulverizado de materia orgánica. Luego se procedió a la activación de los microorganismos de montaña en un recipiente con 20 L de agua destilada donde se añadió 1 L de melaza de caña y un 1 L de solución de microorganismo de montaña; se dejó reposar debidamente a anaerobiosis por un tiempo de 6 días, para favorecer el desarrollo del consorcio microbiano para luego ser utilizado (Díaz & Collantes, 2019). Para el proceso de biodegradación se usó un recipiente donde se mezcló 20 litros de agua destilada, la materia orgánica finamente pulverizada y 50 mL de microorganismos de montaña activados, dejando en reposo aproximadamente 10 días. Luego se procedió a extraer la solución homogénea de la biodegradación en recipientes estériles cerrados para garantizar su viabilidad, luego se envió una muestra al laboratorio de plantas y suelos de la UNSM-T para determinar los nutrientes que contiene y utilizarlo como abono orgánico líquido. Se utilizó tres tratamientos (abono orgánico líquido, fertilizante sintético y otro sin tratamiento). Para la adecuación de los tratamientos se tomó la cantidad específica de 20 mL de la solución de abono orgánico líquido y 20 mL de abono sintético; luego se mezcló con 5 kilos de suelo presentes en cada macetero. Cada tratamiento cuenta con 5 repeticiones al igual que la muestra testigo (sin tratamiento). Finalmente, se le adicionó las semillas de maíz en los 15 recipientes debidamente rotulados. Se los dejó germinar por un tiempo de 20 días para la acción en temperatura ambiente, con el cuidado respectivo y adición de agua cuando requirió (Perez, 2020). Cumplido el tiempo determinado se procedió a extraer las plántulas de maíz para derivarlos al laboratorio de plantas y suelos de la UNSM-T, para los respectivos análisis. Finalmente, la etapa IV (Gabinete Final), con los valores obtenidos, se procedió a su sistematización, mediante la utilización de tablas, cuadros, gráficos, entre otros, los cuales favorecieron al proceso de interpretación; y por último se procedió a elaborar el informe final y su entrega respectiva.

Se obtuvo el porcentaje de asimilación (%A) tomando como referencia la concentración del nutriente en la muestra testigo (MST), mediante una regla de tres simple, siendo %A: $MT \times 100 / MST$; donde MT: Muestra con Tratamiento y MST: Muestra Sin Tratamiento.

El análisis estadístico se hizo utilizando el paquete estadístico SSPS V 23. Se aplicó la prueba de análisis de varianza (ANOVA), además se empleó la prueba post-hoc de Tukey para las diferencias significativas ($p_valor < 0.05$).

3. Resultados

3.1. Valores de los micronutrientes presentes en el abono natural antes de iniciar el tratamiento

Los resultados de los análisis al abono orgánico líquido elaborado de manera artesanal a base de residuos orgánicos municipales, muestra valores aceptables en referencia a los parámetros de los micronutrientes básicos para una planta como el maíz (Ver tabla 1).

3.2. Efecto del tratamiento sobre la planta de maíz

a) Nitrógeno

De los dos tratamientos aplicados como son abono orgánico líquido y abono sintético (comercial), se obtuvo que la planta de maíz con abono sintético presenta una concentración de 2.75% nitrógeno, en tanto que la planta de maíz con abono natural logró una concentración del 3.46 %. Por otro lado, la muestra testigo solo logró una concentración de un 2.17% (ver figura 1).

b) Carbono

Se observa que, de los dos tratamientos empleados, se obtuvo que la planta de maíz con abono sintético presenta una concentración de 16.22 % de carbono, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logró una concentración de un 33.31 %. Siendo la muestra testigo la que solo logró una concentración de un 14.38 % (ver figura 2).

c) Fosforo

Para este parámetro se observa que, de los dos tratamientos utilizados, se obtuvo que la planta de maíz con abono sintético logró una concentración de 0.27 % de fosforo, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logro una concentración de 0.39 %. Siendo la muestra testigo la que solo logró una concentración de 0.16 % de fosforo (ver figura 3).

d) Potasio

En este parámetro se observa que en la planta de maíz con el tratamiento con abono sintético presentó una concentración de 1.75 % de potasio, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logró una concentración de un 2.2 %. Siendo la muestra testigo la que logró una concentración de 1.52 % de potasio (ver figura 4).

e) Calcio

Se puede observar que, de los dos tratamientos utilizados para la planta de maíz; el tratamiento con abono sintético logró una concentración de 0.24 % de Calcio, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logró una concentración un 0.36 %. Siendo la muestra testigo la que logró una concentración de un 0.17 % (ver figura 5).

f) Sodio

De los resultados obtenidos para este parámetro se observan que, de los dos tratamientos utilizados, se obtuvo que la planta de maíz con abono sintético presenta una concentración de 12.42 ppm de Sodio, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logró una concentración en mayor proporción con un 19.1 ppm, siendo la muestra testigo la que logró una concentración de tan solo un 6.11 ppm (ver figura 6).

g) Hierro

Para este parámetro se observan que, de los dos tratamientos utilizados, se obtuvo que la planta de maíz con abono sintético presenta una concentración de 178.45 ppm de Hierro, en tanto que la planta de maíz con abono orgánico líquido logró una concentración mayor de un 239.15 ppm. Siendo la muestra testigo la que logró una concentración de tan solo un 121.92 ppm (ver figura 7).

3.3. Porcentaje de asimilación por tratamiento

Se tiene que los resultados obtenidos por porcentaje de asimilación que tuvo la planta de maíz por cada tratamiento, en la cual se puede determinar que la planta de maíz, tuvo mayor porcentaje de

asimilación de los nutrientes a través del tratamiento a base de abono orgánico líquido, seguido del abono sintético (ver figura 8).

3.4. Prueba de análisis de varianza (ANOVA)

Para contrastar los resultados de los parámetros entre los tratamientos aplicados, se empleó la prueba de análisis de varianza (ANOVA). Se identificó que existe diferencia significativa entre las medias para la concentración de N, P, K, Ca, Na, Fe ($p_{\text{valor}} < 0.05$); no obstante, para el C no se encontró diferencia significativa ($p_{\text{valor}} > 0.05$) (Ver tabla 2).

3.5. Prueba Post-Hoc de Tukey

En la aplicación de la prueba Post-Hoc de Tukey, para la comparación múltiple de las diferencias significativas entre las medias, se identificó que las concentraciones para cada uno de los tratamientos aplicados en N, P, K, Ca, Na, Fe tienen diferencias significativas ($p_{\text{valor}} < 0.05$), a excepción del C ($p_{\text{valor}} > 0.05$) (Ver tabla 3).

Discusión

De acuerdo a los análisis realizados al abono orgánico líquido a base de residuos orgánicos municipales; estos presentan adecuada concentración de los parámetros nutrientes y micronutrientes, requeridos para el desarrollo de una planta como el maíz, pH 3.68, Conductividad eléctrica 7.57 mS/cm, Materia orgánica 25.36 %, Carbono orgánico 12.36 %, Nitrógeno total 0.78 %, Fosforo 0.163 %, Potasio 0.045 %, Calcio 601 ppm, Magnesio 243 ppm, Sodio 560 ppm, Hierro 456.21 ppm, Zinc 342 ppm y Manganeseo 198.23 ppm, los valores obtenidos son muy similares a los presentado en el compost elaborados por Gracia (2012): pH 7.45, Conductividad eléctrica 5.04 mS/cm, Materia orgánica 57.6 %, Nitrógeno total 2.7 %, Fosforo 0.53 %, Potasio 0.84 % y Zinc 106 ppm.

Para el parámetro del nitrógeno, se obtuvo que la muestra testigo la cual no recibió ningún tratamiento, logro asimilar un 2.17% siendo este el valor más bajo en referencia a los obtenidos por las plantas en tratamiento con abono sintético con un 2.75% y la planta con tratamiento con abono orgánico con un 3.46%. Es así que las plantas de maíz con abono orgánico líquido lograron asimilar en mayor porcentaje el nitrógeno. Esto difiere mucho a una planta de maíz de alta calidad de la variedad Oro blanco, platino, H-59 y Protemas, cuyos porcentajes de asimilación de nitrógeno es de 1.72 %, 1.53%, 1.64 % y 1.79 % respectivamente en cultivo normal en suelo agrícola (Deras, 2012).

En el parámetro de carbono, se observa una clara diferencia entre los valores de asimilación de cada tratamiento siendo así que la muestra testigo solo logra asimilar 14.38%, el maíz con tratamiento de abono sintético un 16.22%, mientras que el maíz con tratamiento a base de abono orgánico líquido logró una asimilación del 33.31%, casi el doble de lo obtenido por un abono sintético.

Para los parámetros de los nutrientes de fosforo, potasio y calcio, estos presentan un porcentaje de asimilación mayor en las plantas de maíz con tratamiento a base de abono orgánico (P: 0.39 %, K: 2.2% y Ca: 0.36%). Seguidos del tratamiento a base de abono sintético (P: 0.27 %, K: 1.75% y Ca: 0.24%). Siendo la muestra testigo la de menor porcentaje de asimilación (P: 0.16 %, K: 1.52% y Ca: 0.17%). Los valores obtenidos por el tratamiento a base del abono orgánico líquido se encuentran en el rango de suficiente a alta en la escala de interpretación dada por la West analítica. Esto puede deberse debido a que los abonos orgánicos son menos solubles, colocan los nutrientes a disposición de las plantas de forma más gradual. Es así que, al aumentar la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación (Cubero & Viera. 1999). Se puede decir también que estos elementos como fósforo, potasio y calcio, son adsorbidos casi en su totalidad en los primeros 30 días de desarrollo de la planta de maíz (Deras, 2012). Los parámetros de los nutrientes de Sodio y

Hierro, suelen ser asimilados fácilmente por las plantas, debido a la buena concentración de estos en los suelos. Es así que con la aplicación de tratamiento a base de abono orgánico logró obtener una mayor concentración de estos nutrientes (Na: 19.1 ppm y Fe: 239.15 ppm), en comparación con el abono sintético (Na: 12.41 ppm y Fe: 178.45 ppm) y la muestra testigo (Na: 6.11 ppm y Fe: 121.92 ppm). Para Costa (2018), en la aplicación de compost a base de materia orgánica domiciliar para cultivo de lechuga, esta obtuvo una asimilación de 64.06 ppm de hierro, valor menor al tratamiento a base de abono orgánico pulverizado. Los valores obtenidos por el tratamiento a base del abono orgánico se encuentran en el rango de suficiente a alta en la escala de interpretación dada por la West analítica. En cuanto al porcentaje de asimilación, por tratamiento, se tiene que el tratamiento a base de abono orgánico, obtuvo una mayor asimilación en las plantas de maíz tratadas, obteniéndose valores de N: 59.45%, C: 131.64%; P: 143.75%; K: 44.74%; Ca: 111.76%; Na:212.6 % y Fe: 96.15%, en tanto que tratamiento a base de abono sintético obtuvo de N: 26.73 %, C: 12.8%; P: 68.75 %; K: 15.13 %; Ca: 41.18 %; Na:103.27 % y Fe: 46.37 %. La naturaleza del abono como tratamiento influye en la capacidad de asimilación por parte de las plantas, favoreciendo esto a su fácil desdoblamiento e ingreso en el interior de la célula (Cánovas 1993).

Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis del abono orgánico líquido elaborado de manera artesanal a base de residuos orgánicos municipales, lograron demostrar que este abono contiene nutrientes esenciales como carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo, calcio, sodio, hierro, potasio, magnesio, manganeso y zinc de fácil asimilación para las plantas de maíz.

El tratamiento a base de abono orgánico líquido, logró ser el tratamiento con mayor asimilación de los parámetros nutritivos para la planta de maíz, como N: 59.45%, C: 131.64%; P: 143.75%; K: 44.74%; Ca: 111.76%; Na:212.6 % y Fe: 96.15%, siendo estos valores obtenidos superiores a los del tratamiento a base de abono sintético.

Para el tratamiento a base de abono sintético obtuvo un porcentaje de asimilación de N: 26.73 %, C: 12.8%; P: 68.75 %; K: 15.13 %; Ca: 41.18 %; Na:103.27 % y Fe: 46.37 %, siendo estos valores menores a los obtenidos por el tratamiento a base de abono orgánico en las plantas de maíz.

Podemos concluir que la utilización del abono orgánico líquido a base de residuos sólidos orgánicos municipales, presenta entre un 50 a 100% de mayor porcentaje de asimilación de sus nutrientes por parte de la planta de maíz, en comparación con el tratamiento a base de abono sintético comercial y de las plantas de maíz con el tratamiento testigo.

Las pruebas estadísticas de ANOVA y post-hoc de Tukey nos demuestran que existe una diferencia significativa de asimilación entre todos los parámetros de los tres tratamientos excepto para el parámetro Carbono, donde se observa que existe una leve variación.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios, a la Universidad Peruana Unión, a nuestros padres, que con su amor incondicional nos apoyaron día a día para ver realizadas nuestras metas. A nuestra Asesora Mg. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, a todas aquellas personas, amigos, profesionales e instituciones que con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación del presente trabajo. Y finalmente, un agradecimiento especial a la Sra. Mercedes Naucar García quién nos ayudó de forma desinteresada en la ejecución de esta investigación.

Referencias bibliográficas

Ancín, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Alubia) en el distrito de San Juan de Castrovirreyna - Huancavelica (Perú). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos – Universidad Pública de Navarra. España.

- <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
Bustos, C. (2009). "La problemática de los desechos sólidos" Universidad de los Andes – Mérida – Venezuela.
<https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
- Cabrera, V., & Rossi, M. (2016). "Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores". Universidad Nacional Agraria La Molina.
Lima-Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251>
- Cáceres, G. (2017). "Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Moyobamba". Facultad de Ecología-Universidad Nacional de San Martín. San Martín – Perú.
<https://1library.co/document/qvln76dy-determinacion-niveles-generacion-residuos-solidos-domesticos-ciudad-moyobamba.html>
- Cánovas, A. (1993) Tratado de agricultura ecológica. Universidad de la Rioja. España.
[https://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-TAE-c1/\\$File/TAE-c1.pdf](https://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-TAE-c1/$File/TAE-c1.pdf)
- Casabona, K., Durand, D., & Yucra, A. (2019). "La población y el manejo de los residuos sólidos municipales domiciliarios del primer sector de Collique, distrito de Comas, Lima". Universidad Nacional del Callao. Perú.
http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3763/CASABONA%2c%20DURAND%20Y%20YUCRA_PREGRADO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Costa, D., Da Silva, N., Da Costa, A., Lima, C., de Sousa, F., Nascimento, V., Dos santos, C., & Navarro, M. (2018). Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios, vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga. Revista colombiana de ciencias Hortícolas. Vol.12 N° 02- pp 464 - 474.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v12n2/2011-2173-rcch-12-02-464.pdf>
- Cubero, D., Viera, M. (1999). Abonos organicos y fertilizantes quimicos. XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de suelos 1999.
http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf
- Deras, F. (2012). Guía técnica El cultivo de Maíz. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en el Salvador.
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Díaz, T., & Collantes, L. (2019). Determinación de la efectividad del uso de microorganismos de montaña para el tratamiento de las aguas residuales in vitro en el caserío de Chontamuyo - San Martín 2018. Retrieved from https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1944/Tito_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gracia, J. (2012). "Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: Evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen". Universidad Politécnica de Cartagena.
<https://repositorio.upct.es/handle/10317/3123>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación 6ta edición. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53).
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Mendez, C. (2019) "Evaluación de microorganismos de montaña (mm) como aceleradores de compostaje para la producción de cultivos aromáticos" Universidad de la Salle - Bogotá - Colombia.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1057&context=biologia>
- Municipalidad Provincial de San Martín. (2019). *PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE*

TARAPOTO Y NUCLEOS URBANOS DE MORALES Y LA BANDA DE SHILCAYO. Tarapoto. Retrieved from https://eudora.vivienda.gob.pe/observatorio/PDU_MUNICIPALIDADES/TARAPOTO/PDU_TARAPOTO_RESUMEN_EJECUTIVO.pdf

Oliva, J. (2019). "Evaluación de la concentración de N, P, K de cuatro sustratos obtenidos por compostaje aerobio en la Provincia y Región de San Martín 2018". Facultad de Ingeniería. Escuela profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo. Tarapoto-Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30137?show=full>

Perez, S. (2020). *Remoción de Cadmio en Suelo Agrícola mediante la Aplicación de Carbón Activado y Microorganismos de Montaña, en la Urbanización Nueva Vida – Morales - 2019. Dirección general de Investigación*. Universidad Peruana unión. Retrieved from https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3346/Sara_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Tabla 1. Valores de los parámetros de nutrientes presente en el abono natural

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|---------------------------------|-------------------|
| pH | 3.68 |
| Conductividad eléctrica (mS/cm) | 7.57 |
| Materia orgánica (%) | 25.36 |
| Carbono orgánico (%) | 12.36 |
| Nitrógeno total (%) | 0.78 |
| Fosforo (%) | 0.163 |
| Potasio (%) | 0.045 |
| Calcio (ppm) | 601 |
| Magnesio (ppm) | 243 |
| Sodio (ppm) | 560 |
| Hierro (ppm) | 456.21 |
| Zinc (ppm) | 342 |
| Manganeso (ppm) | 198.23 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Prueba de análisis de varianza (ANOVA).

| | F | Sig. |
|------------------|-----------|-------------|
| NITRÓGENO | 344,161 | 0,000 |
| CARBONO | 0,931 | 0,421 |
| FÓSFORO | 150,200 | 0,000 |
| POTASIO | 173,214 | 0,000 |
| CALCIO | 82,647 | 0,000 |
| SODIO | 53441,399 | 0,000 |
| HIERRO | 13214,164 | 0,000 |

Fuente: Paquee estadístico SSPS V 23.

Tabla 3: Prueba Post-Hoc de Tukey.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Sig. |
|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|-------------|
| NITRÓGENO | Testigo | Abono artificial | -,58000* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -1,29400* | 0,00 |
| | Abono artificial | Testigo | ,58000* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,71400* | 0,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | 1,29400* | 0,00 |
| | | Abono artificial | ,71400* | 0,00 |
| CARBONO | Testigo | Abono artificial | 282,88600 | 0,47 |
| | | Abono orgánico | 265,79200 | 0,51 |
| | Abono artificial | Testigo | -282,88600 | 0,47 |
| | | Abono orgánico | -17,09400 | 1,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | -265,79200 | 0,51 |
| | | Abono artificial | 17,09400 | 1,00 |
| FÓSFORO | Testigo | Abono artificial | -,10600* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,22800* | 0,00 |
| | Abono artificial | Testigo | ,10600* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,12200* | 0,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | ,22800* | 0,00 |
| | | Abono artificial | ,12200* | 0,00 |
| POTASIO | Testigo | Abono artificial | -,23000* | 0,00 |

| | | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------|------|
| | | Abono orgánico | -,68000* | 0,00 |
| | Abono artificial | Testigo | ,23000* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,45000* | 0,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | ,68000* | 0,00 |
| | | Abono artificial | ,45000* | 0,00 |
| | Testigo | Abono artificial | -,07200* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,19000* | 0,00 |
| CALCIO | Abono artificial | Testigo | ,07200* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -,11800* | 0,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | ,19000* | 0,00 |
| | | Abono artificial | ,11800* | 0,00 |
| | Testigo | Abono artificial | -6,31200* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -12,98800* | 0,00 |
| SODIO | Abono artificial | Testigo | 6,31200* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -6,67600* | 0,00 |
| | Abono orgánico | Testigo | 12,98800* | 0,00 |
| | | Abono artificial | 6,67600* | 0,00 |
| | Testigo | Abono artificial | -56,53000* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | - | 0,00 |
| HIERRO | Abono artificial | Testigo | 117,23200* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | 56,53000* | 0,00 |
| | | Abono orgánico | -60,70200* | 0,00 |
| | | Testigo | 117,23200* | 0,00 |

| | | | |
|----------------|------------------|-----------|------|
| Abono orgánico | Abono artificial | 60,70200* | 0,00 |
|----------------|------------------|-----------|------|

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Paquee estadístico SSPS V 23.

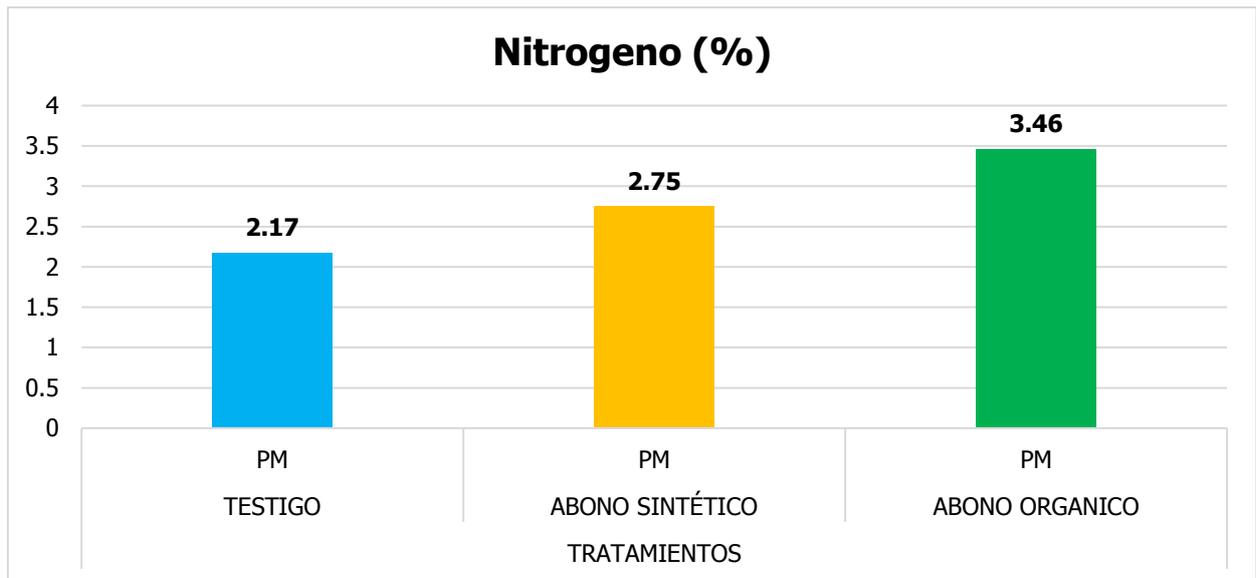


Figura 1. Prueba de comparación de los tratamientos para Nitrógeno (%).

Fuente: Elaboración propia.

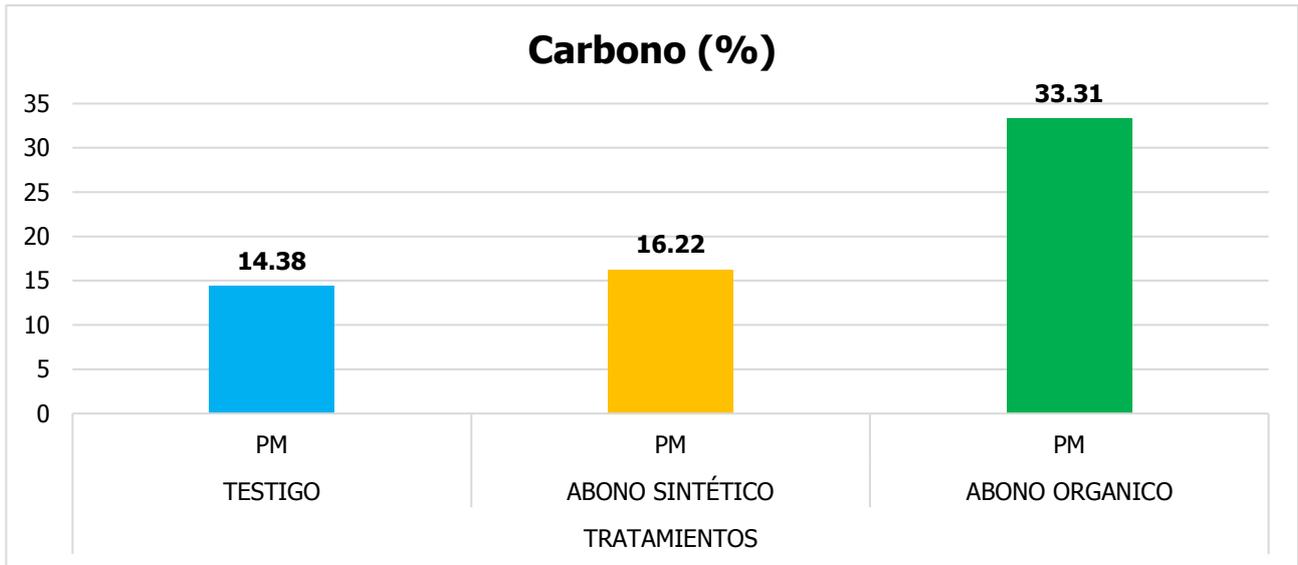


Figura 2. Prueba de comparación de los tratamientos para el Carbono (%).

Fuente: Elaboración propia.

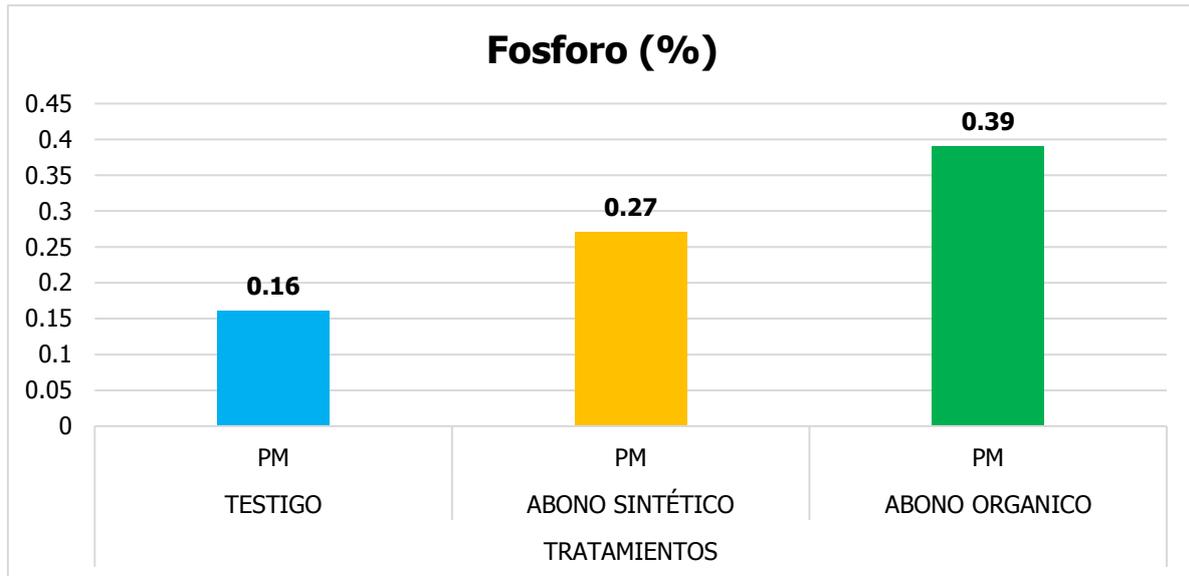


Figura 3. Prueba de comparación de los tratamientos para Fosforo (%).

Fuente: Elaboración propia.

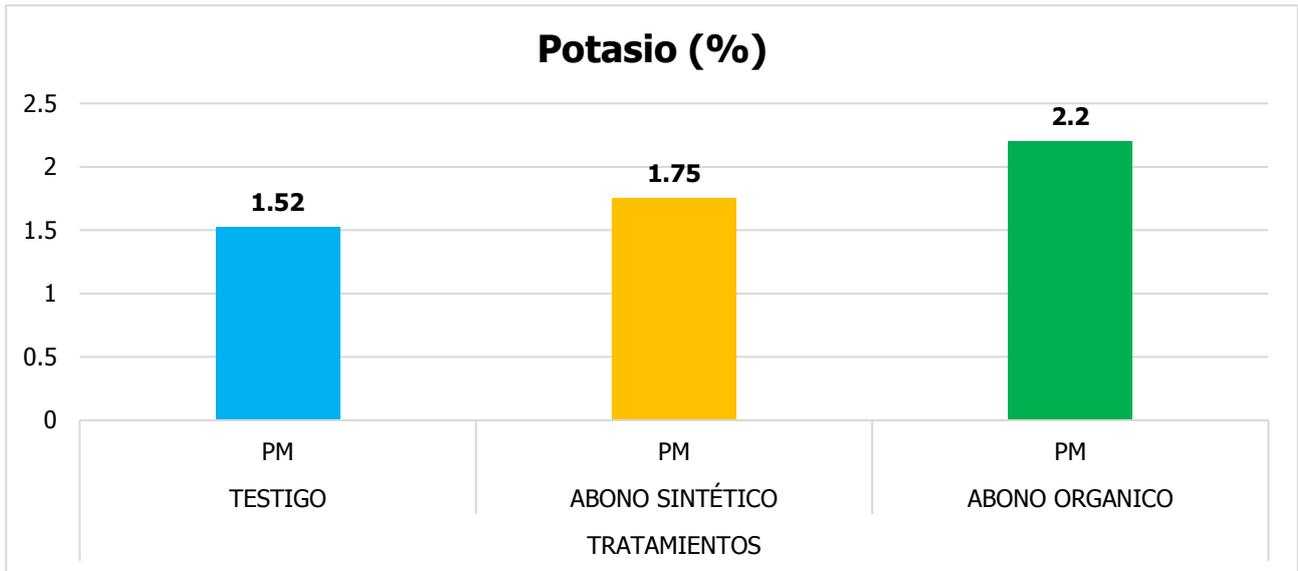


Figura 4. Prueba de comparación de los tratamientos para Potasio (%).

Fuente: Elaboración propia.

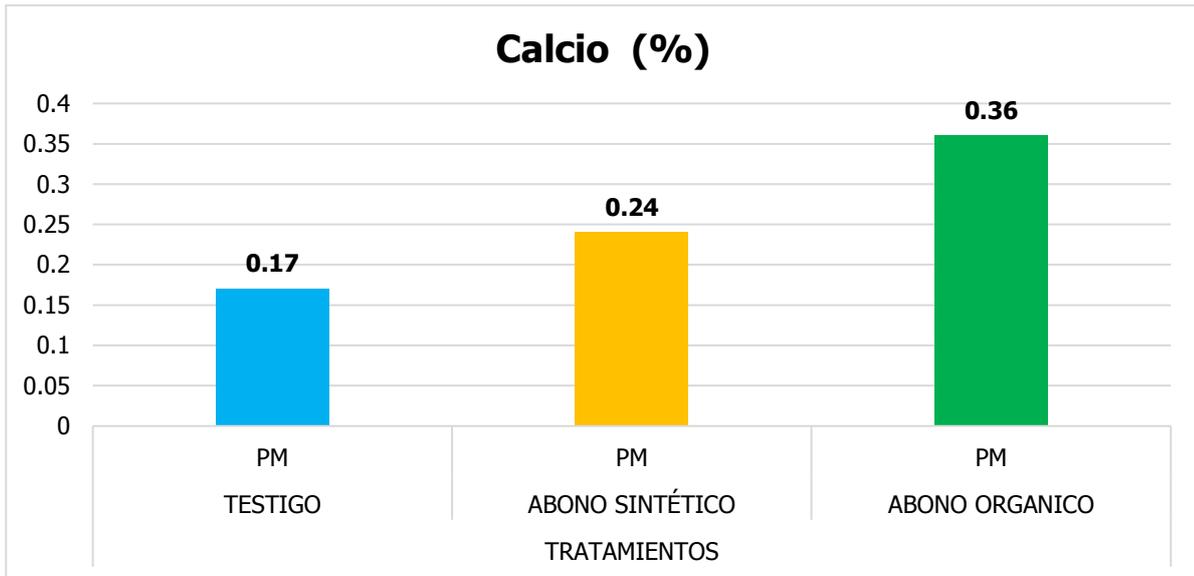


Figura 5. Prueba de comparación de los tratamientos para Calcio (%).

Fuente: Elaboración propia.

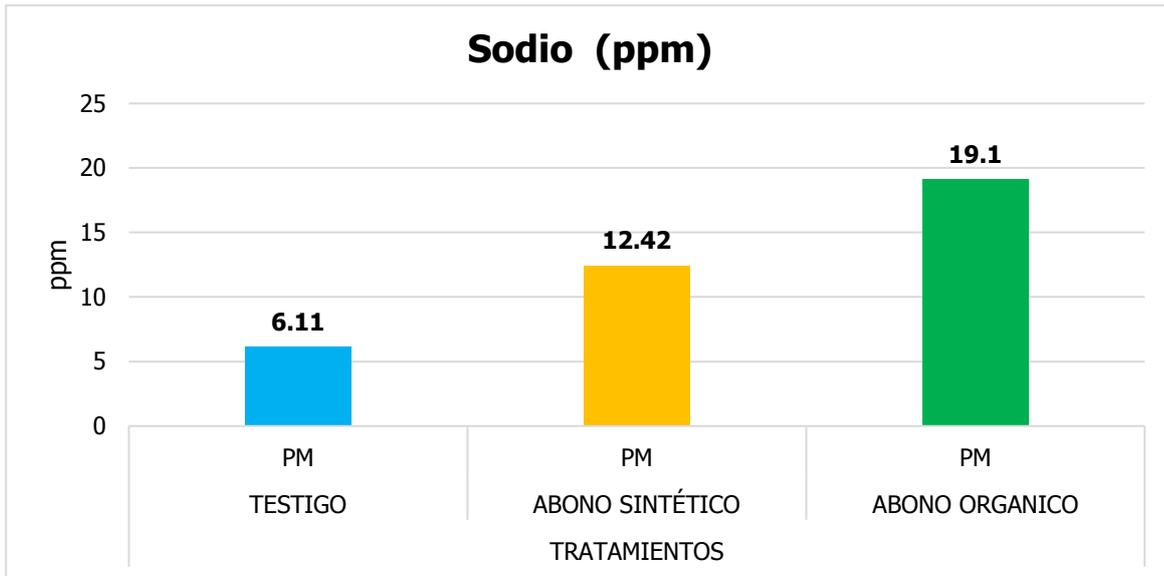


Figura 6. Prueba de comparación de los tratamientos para Sodio (ppm).

Fuente: Elaboración propia.

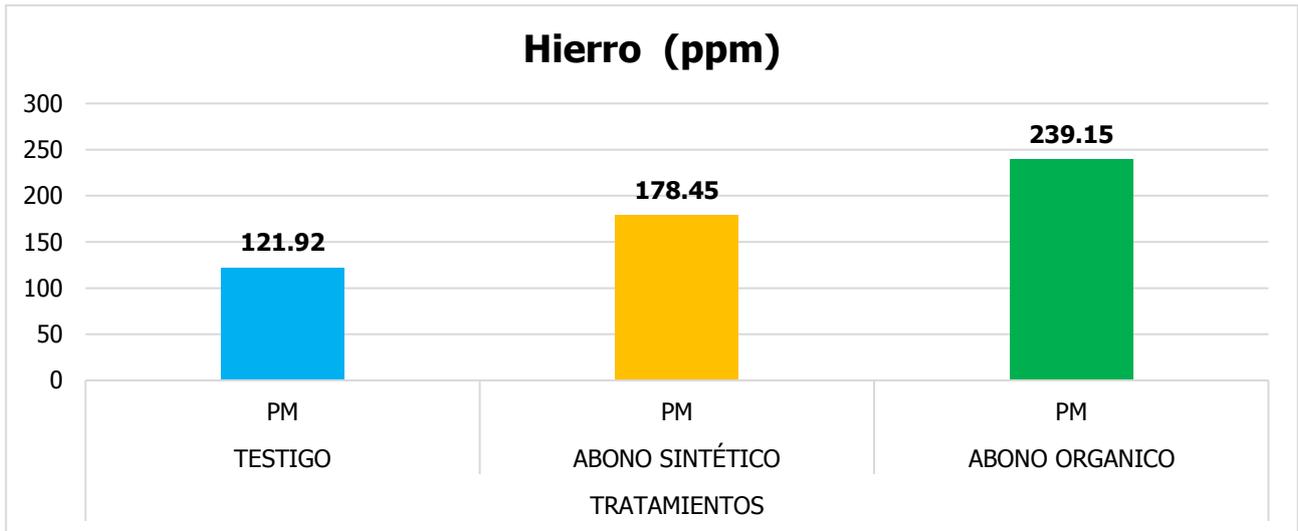


Figura 7. Prueba de comparación de los tratamientos para Hierro (ppm).

Fuente: Elaboración propia.

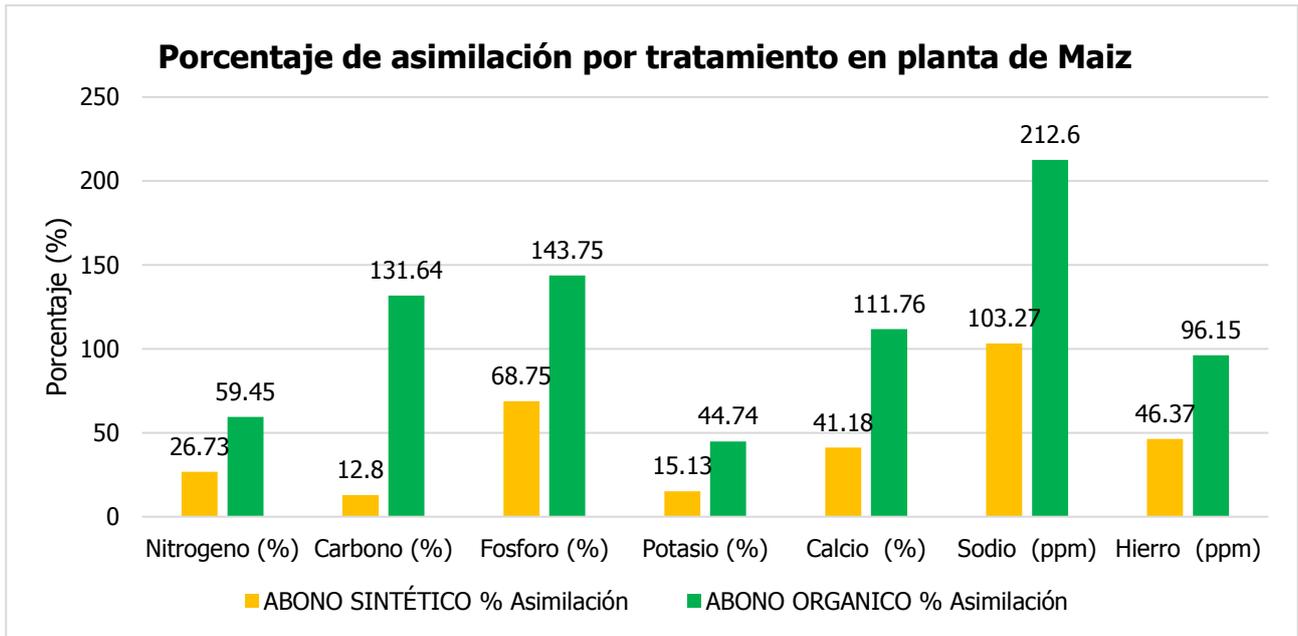


Figura 8. Porcentaje de asimilación de los tratamientos en planta de Maíz.

Fuente: Elaboración propia.

