

# 05

Recibido: enero, 2023 Aprobado: febrero, 2023 Publicado: abril, 2023

## RECICLAJE DE NUTRIENTES QUE APORTAN AL SUELO LAS PLANTAS COSECHADAS DE BANANO

RECYCLING OF NUTRIENTS PROVIDED TO THE SOIL BY HARVESTED BANANA PLANTS

María Jose Aponte Barzallo

Email: [maponte2@utmachala.edu.ec](mailto:maponte2@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7458-7527>

José Nicasio Quevedo Guerrero

Email: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista

Email: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Universidad Técnica de Machala. Machala, El Oro Ecuador.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Aponte Barzallo, M. J., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2023). Reciclaje de nutrientes que aportan al suelo las plantas cosechadas de banano *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 38-43. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index/aes>

### RESUMEN

La actividad bananera origina grandes cantidades de residuos agrícolas destacándose las hojas, pseudotallos, raquis y dedos descartados los cuales no son aprovechados técnicamente, por lo tanto, el objetivo de la investigación será determinar los nutrientes que aporta la biomasa de las plantas cosechadas e inoculadas con microorganismos eficientes. El estudio se desarrolló en la Finca “Dos Hermanas” ubicada en el sitio “El Recreo”, en la provincia de El Oro. Se utilizaron 3 tratamientos T1: biomasa de banano picada + ME, T2: biomasa de banano entera + ME y T3: testigo hacienda (sin adición de biomasa ni ME), se consideraron las siguientes variables: pH, MO, nitrógeno, fósforo, potasio, cobre, hierro, magnesio, calcio, manganeso, relaciones de ca/Mg, Ca/K, K/Mg y Ca/K/Mg. El análisis indicó que el pH, MO y los nutrientes en el suelo mejoraron en el T1; Los contenidos de P, Cu, Ca y la relación Ca/Mg presentaron valores altamente significativos al comparar los análisis al inicio y final de la investigación. El T1 es una alternativa para reducir costos de fertilización y disminuir el impacto negativo de los fertilizantes químicos, favoreciendo la sostenibilidad de la producción.

### Palabras clave:

Fertilidad del suelo, elementos, pH, materia orgánica.

### ABSTRACT

The banana activity originates large amounts of agricultural residues, highlighting the leaves, pseudostems, rachis and discarded fingers, which are not technically used, therefore, the objective of the research will be to determine the nutrients provided by the biomass of the plants harvested and inoculated with efficient microorganisms. The study was carried out in the “Dos Hermanas” farm located in the “El Recreo” site, in the province of El Oro. 3 treatments were used T1: chopped banana biomass + ME, T2: whole banana biomass + ME and T3: farm control (without addition of biomass or ME), the following variables were considered: pH, OM, nitrogen, phosphorus, potassium, copper, iron, magnesium, calcium, manganese, ca/Mg, Ca/K, K/ Mg and Ca/K/Mg. The analysis indicated that the pH, OM and nutrients in the soil improved in T1; The contents of P, Cu, Ca and the Ca/Mg ratio presented highly significant values when comparing the analyzes at the beginning and end of the investigation. T1 is an alternative to reduce fertilization costs and reduce the negative impact of chemical fertilizers, favoring the sustainability of production.

### Keywords:

Soil fertility, elements, pH, organic matter.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano está en el puesto cuarto como el alimento más importante en el mundo, en Ecuador representa un alto flujo económico y comercial lo cual se considera una de las principales fuentes de ingresos en el país, es una fruta con muchas propiedades nutricionales, se consume fresca o en platos gourmet. La superficie sembrada de este cultivo es de aproximadamente 190 381 ha con una superficie cosechada de 183 347 mil ha, una producción de 6 583 477 millones de toneladas, con un rendimiento de 35,91 toneladas por ha (FAOSTAT, 2022). Según la ONUAA/FAO (2020) declaró que en el período 2019 Ecuador y Filipinas fueron los principales exportadores de banano en el mundo. Se estima que para el 2028 la producción mundial incrementará a 135 millones de toneladas.

Esta actividad durante su ciclo productivo origina grandes cantidades de residuos vegetales destacándose las hojas, pseudotallos y raquis los cuales no son aprovechados técnicamente (García *et al.*, 2020). Por ello como sustituto de nutrientes en la producción de banano, los abonos generados del material vegetal fresco que queda luego de procesar la fruta siendo el restante de un 70% a 80% los cuales proporcionan materia orgánica y nutrientes al suelo, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio y pequeñas cantidades de magnesio, sodio, azufre etc. (Fonseca, *et al.*, 2019) Galecio, (2020) menciona que en el sector bananero la incorporación de microorganismos aumenta el rendimiento del cultivo, el porcentaje de materia orgánica, mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. La disponibilidad de nutrientes está determinada por parámetros como humedad, temperatura, acción microbiana del suelo y la condición del material. La aplicación de microorganismos al suelo acelera la descomposición del material vegetal. De esta manera se ofrece a este sector formas innovadoras de implementar prácticas a menor costo, de fácil manejo con óptimos resultados y amigables con el medio ambiente. El objetivo de la presente investigación fue determinar la cantidad de nutrientes que aporta la biomasa de plantas cosechadas de banano inoculadas con microorganismos eficientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del área experimental.** El estudio se desarrolló en la Finca “Dos Hermanas” desde 1 de diciembre de 2021 hasta 20 de julio de 2022 ubicada en el sitio El Recreo el cual pertenece al cantón Machala de la provincia de El Oro-Ecuador, con coordenadas 3°23'14" Sur y latitud 79°55' 24" Oeste, con una altitud de 8 metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Diseño experimental.** El área donde se desarrolló la investigación fue de 1 ha, los tratamientos se establecieron en bloques completamente al azar con un número igual de repeticiones en el campo (*tabla 1*). En la aplicación de los tratamientos se procedió a recolectar todo el material vegetal fresco como resultado de la cosecha, luego con una balanza se realizó el pesaje para esparcir este

material por los bloques de estudio, además para la aplicación líquida de microorganismos eficientes se hizo uso de bomba de mochila. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 1.** Tratamientos, composición y dosis aplicados al suelo

Tratamientos	Composición	Dosis Ha-1
T1	biomasa fresca de banano picado + ME	3170,72 kg +200 L ME
T2	biomasa fresca de banano sin picar + ME	3170,72 kg + 200 L ME.
T3	Testigo hacienda (sin adición de microorganismos ni biomasa)	

**Captura de microorganismos benéficos,** para esta parte de la investigación se usó la metodología propuesta por Quevedo *et al.* (2019), mediante el uso de trampas de arroz cocido, se seleccionó y propagó los microorganismos benéficos para usarlos en la aplicación de los tratamientos 1 y 2.

**Tratamiento 1:** Los residuos vegetales fueron pesados con la ayuda de una balanza para luego ser picados y distribuidos aleatoriamente, la aplicación en drench de microorganismos eficientes con el empleo de bomba de mochila se realizó cada 15 días con el fin de acelerar la descomposición del material vegetal.

**Tratamiento 2:** Los residuos vegetales fueron pesados y distribuidos enteros aleatoriamente, la aplicación en drench de microorganismos eficientes se realizó cada 15 días para una descomposición más temprana de la biomasa.

**Testigo hacienda:** los residuos vegetales de las plantas cosechadas de banano se dejan dentro de la plantación sin trocear y sin distribuir.

Variables evaluadas, fueron pH del suelo, cantidad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), cantidad de micronutrientes (Mn, Fe, Cu), relaciones Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, y Ca/Mg/K y la cantidad de MO, estos análisis se hicieron al inicio y al final de la investigación, el muestreo inicial fue realizado el 10 de diciembre del 2021 y alrededor siete meses se realizó el segundo muestreo el 04 de julio de 2022, estos parámetros fueron determinados en el laboratorio NEMALAB S.A.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados del ANOVA de un factor (*tabla 2*) se puede observar que presentan diferencias significativas entre los tratamientos para las variables P, Cu, Ca y Mg. Siendo el tratamiento T1 el mejor de los evaluados. En el caso de la variable MO no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero es conocido que un suelo con un valor mayor al 5% es un suelo con excelente fertilidad natural. Así mismo en las variables NH<sub>4</sub> y K aunque

no exista diferencia estadística significativa se evidencia un aumento de este nutriente en el suelo. Para las variables pH, Fe, Mn, no presentan significancia entre los

tratamientos, pero si muestran diferencias numéricas entre dichos tratamientos

**Tabla 2.** Anova y Tukey p. valor (<0.05) de los tratamientos y variables analizadas

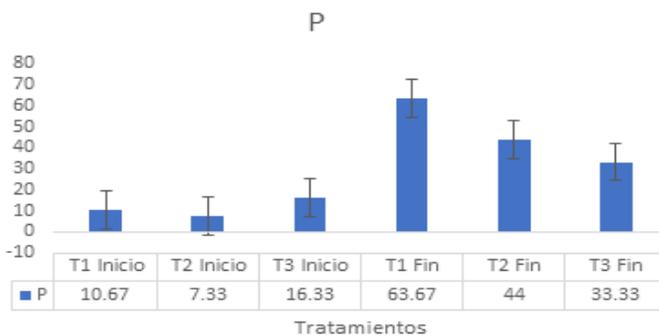
Tto	pH	NH4	P	K	MO	Cu	Fe	Mn	Ca	Mg
T1 I	7,67 a	30,67 a	10,67 a	,43 a	2,05 a	5,13 abc	22,00 a	8,00 a	14,74 ab	6,35 a
T2 I	7,97 a	29,00 a	7,33 a	,37 a	1,87 a	6,07 bc	26,10 a	7,50 a	12,84 a	7,13 a
T3 I	7,93 a	33,00 a	16,33 ab	,47 a	2,26 a	7,00 c	27,70 a	7,40 a	12,85 a	6,84 a
T1 F	7,87 a	63,33 a	63,67 b	1,12 a	5,62 a	4,37 ab	58,93 a	7,44 a	16,27 ab	5,18 a
T2 F	7,93 a	46,33 a	44,00 ab	1,79 a	3,72 a	3,00 a	46,73 a	7,90 a	16,60 ab	5,48 a
T3 F	7,53 a	51,00 a	33,33 ab	1,25 a	4,71 a	3,00 a	28,60 a	10,00 a	16,73 b	5,52 a
F	1,80	1,82	4,08	2,35	1,52	9,09	1,61	1,49	5,12	3,13
Sig.	,187	,182	0,021	0,104	,255	,001	,230	,263	,010	,049

Para la variable pH del suelo (*tabla 2*) se demuestra que no existe significancia entre los tratamientos. Esto evidencia que el pH no se altera mayormente cuando se utiliza la biomasa o residuos de las plantas cosechadas de banana, ya que los valores de las medias están entre 7,67 y 7,97 lo cual no afecta la disponibilidad de macronutrientes, pero si la de algunos micronutrientes. Debe considerarse que, en suelos con capacidad amortiguadora, hay cambios en pH durante un largo período, sin embargo, en la mayoría de los sustratos minerales tienen capacidad de almacenamiento baja y el cambio de pH se da en un tiempo prolongado (Ginés & Mariscal, 2002).

**Nitrógeno (NH<sub>4</sub>):** En esta variable según el ANOVA (*tabla 2*) no existe significancia estadística, se observa una tendencia de incremento en la que los tratamientos T1, T2 y T3 tienen valores comprendidos de 30,67ppm, 29,00 ppm y 33 ppm previo a la aplicación, al finalizar se obtuvo valores de 63,33 ppm, 46,33 ppm y 51 ppm respectivamente, siendo el T1 fin el de mayor incremento en contenido de NH<sub>4</sub> debido a la integración de los residuos vegetales y aplicación de microorganismos eficientes al suelo. El N se halla de manera orgánica e inorgánica en el suelo, se considera que la mayor parte es nitrógeno orgánico originado por la descomposición de los residuos de plantas y animales (Zapata & Osorio, 2010), por tal motivo, una gran diversidad de microorganismos opera según su labor en el medio natural.

**Fosforo (P):** El P según el ANOVA (*tabla 2*) presenta significancia lo cual se justifica en la figura 1, al finalizar los tratamientos el T1 fin alcanzó una media de 63,67 ppm, mientras que el T2 fin obtuvo 44 ppm. Este elemento incremento debido a la aplicación de los residuos del banana picados en el suelo con la adición de ME. El P en cooperación con ME ayuda a mantener raíces sanas donde

la planta podrá nutrirse de manera eficiente. Leiva, (2019) indican que al solubilizar los fosfatos para la reserva del suelo no se perturba la microfauna y combaten indirectamente con fitopatógenos, esto logra mantener la sanidad radicular.

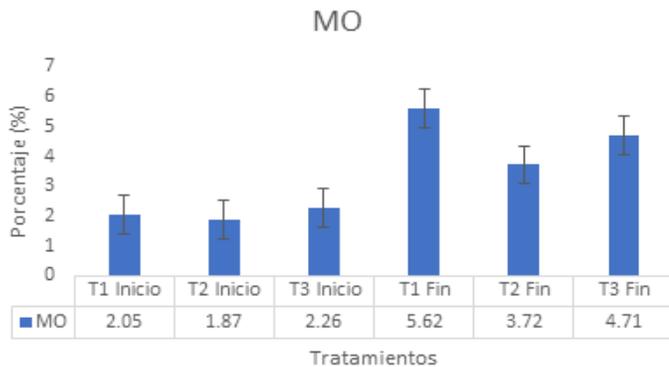


**Figura 1.** Contenido de P en los tratamientos al inicio y final

**Potasio (K):** El k en el T2 inicio obtuvo una media de ,37 meq/100g en comparación a T2 fin con un promedio de 1,79 meq/100g (*tabla 2*), el potasio aumenta cuando la biomasa no es troceada y se aplica microorganismos para su descomposición. El potasio regula la presión osmótica y el desplazamiento iónico en la solución del suelo, interviene en las reacciones enzimáticas, el transporte de asimilados y la absorción de nitrógeno (Aguirre et al., 2022a).

**Materia orgánica (MO):** El contenido de materia orgánica en el T1 inicio 2,05 % fue la media más alta, al finalizar la investigación el T1 fin obtuvo una media de 5,62 %, demostrando que a pesar de no haber significancia entre los tratamientos según el ANOVA (*tabla 2*) se evidencia en el T1 fin un incremento en porcentaje de MO cuando se pica la biomasa y se la adiciona al suelo más

la aplicación de ME, lo que se coincide con lo señalado por Villegas & Laines, (2017) quienes mencionaron que el proceso de descomposición se basa en la labor de los microorganismos que habitan en el medio, capaces de contribuir a la planta los nutrientes que esta requiere al igual que el suelo. Entre los residuos de la biomasa del cultivo de banano el material que más rápido se descompuso fueron las hojas, coincidiendo con lo expuesto por Rojas et al., (2021) que señalan que las hojas en el cultivo de cacao se descomponen en menor tiempo.



**Figura 2.** Contenido de MO en los tratamientos al inicio y final

**Cobre (Cu):** La muestra analizada en el T3 inicio tuvo 7,00 ppm en comparación al T3 fin que presentó un promedio de 3,00 ppm esto demuestra que existe significancia entre los tratamientos. Se observa (tabla 2) que la aplicación de los tratamientos favorece la disminución de Cu en el suelo, mejorando su estructura. Según Olivares et al., (2015) el cobre es un importante contaminante ambiental, esto altera las propiedades naturales del suelo ocasionando efectos adversos en los organismos que habitan en él. El cobre es un nutriente fundamental en el desarrollo de organismos vivos y es necesario en dosis mínimas (Roca, 2007).

**Hierro (Fe):** En el T1 inicio obtuvo un valor de 22,00 ppm en relación al T1 fin con una media de 58,93 ppm (tabla 2), al inicio el Fe fue menor que al finalizar la investigación lo que indica que cuando se trocea la materia orgánica, se esparce y se aplica microorganismos hace que el pH del suelo se eleve lo que ocasiona un aumento en el contenido de Hierro. Según Navarro & Navarro, (2013) los suelos con pH de 5 a 7.5 no hay posibilidad de absorción de este elemento pudiendo haber una cantidad elevada de Fe, pero este se encuentra insoluble solo siendo una pequeña cantidad asimilable y el escenario se vuelve más complicado en suelos alcalinos (tabla 2). El hierro es un nutriente importante porque interviene en la estructura de la clorofila. La presencia de este nutriente determina la condición de los suelos y en ocasiones disminuye la cantidad de materia orgánica (Connorton et al., 2017).

**Manganeso (Mn):** En cuanto a este elemento se comprobó que el T3 inicio presentó una media de 7,40 ppm en comparación al T3 fin con 10,00 ppm, demostrando que no hay significancia entre los tratamientos. el Mn (tabla 2) incrementa cuando el material vegetal no es troceado y no se aplican microorganismos. La solubilidad del

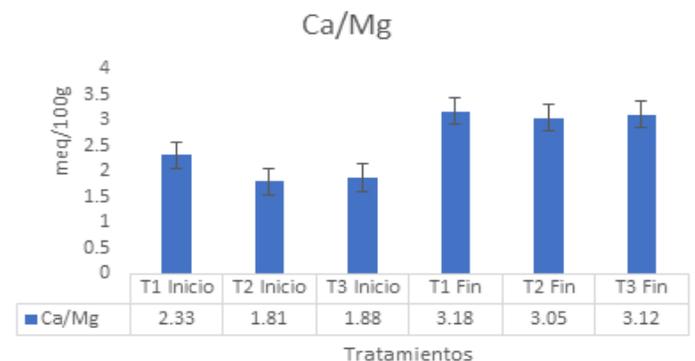
manganeso disminuye en suelos básicos o ácidos con mayor proporción de materia orgánica. (Jiménez et al., 2012).

**Calcio (Ca):** El elemento calcio en el T2 inicio obtuvo un promedio de 12,84 meq/100g en comparación al T2 fin con una media de 16,60 meq/100g en donde se demostró que sí existe significancia entre los tratamientos. El Ca (tabla 2) eleva su concentración cuando la biomasa es esparcida en el suelo sin trocear y sin aplicar microorganismos. Los resultados concuerdan con lo reportado por Aguirre et al., (2022) quienes señalan que el Ca es tomado por las raíces, forma paredes y membranas celulares, regula la actividad de las enzimas, su déficit disminuye la disponibilidad de fósforo, reduce el desarrollo de las raíces y de la planta.

**Magnesio (Mg):** El Mg en el T1 inicio fue 6,35 meq/100g en relación al T1 fin alcanzó un valor de 5,18 meq/100g, demostrando que no hay significancia entre los tratamientos, a pesar de esto (tabla 2) se muestra que el Mg disminuye cuando los residuos de banano son troceados y se aplican microorganismos.

Según Ross, (2004) el Mg que toman las plantas está presente en la solución del suelo, la importancia de este micronutriente radica en ser la base de la molécula de clorofila además de otras funciones metabólicas como la síntesis proteica, respiración celular y procesos enzimáticos.

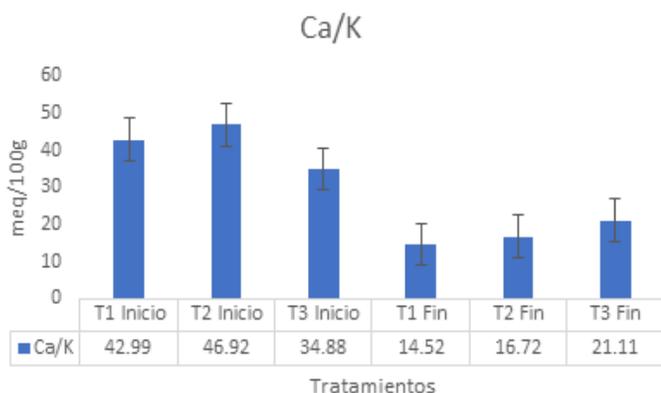
**Relación Ca/Mg:** En la figura 3 se observa que el T2 inicio fue 1,81 meq/100g y el T2 fin 3,05 meq/100g. La relación de Ca/Mg aumenta cuando los residuos de la cosecha han sido distribuidos por el suelo y se ha incorporado microorganismos eficientes. Según Ferro et al. (2020) las cantidades de ambos nutrientes dependen de factores bióticos y abióticos como el clima, suelo y material vegetal, la relación Ca/Mg para el normal desarrollo debe ser de 2:1.



**Figura 3.** Relación Ca/Mg en los tratamientos al inicio y final

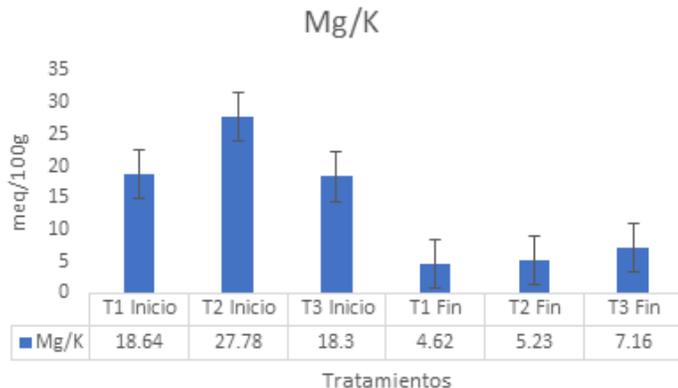
**Relación Ca/K:** En el T1 fin obtuvo 14,52 meq/100g frente al T1 inicio que tuvo un valor de 42,99 meq/100g; con lo cual se determinó que no existe significancia entre los tratamientos. En la figura 4 se muestra que, al trocear la biomasa, distribuirla en el suelo y agregarle microorganismos eficientes, la relación de Ca/K disminuye. Navarro & Navarro, (2013) indican que no es común el exceso de

potasio, mientras la relación entre estos dos elementos incrementa la planta lo aprovechará eficientemente hasta llegar a un rango adecuado, el cual está entre 0.75 – 0.85 kg.



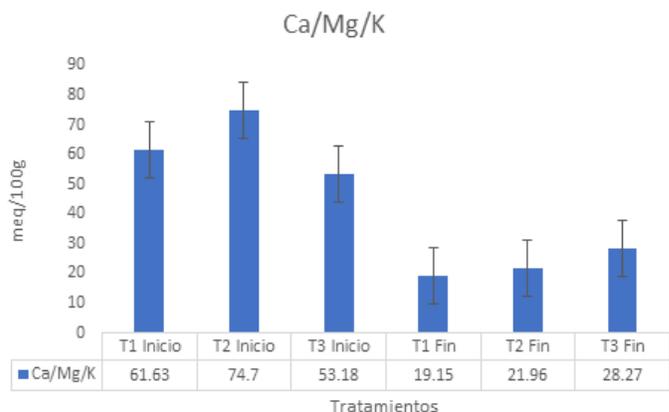
**Figura 4.** Relación Ca/K en los tratamientos al inicio y final

**Relación Mg/K:** El T2 inicio con 27,78 meq/100g frente al T2 fin con 5,23 meq/100g, señalan que a pesar de ser distantes no existe significancia entre los tratamientos. La relación de estos dos elementos (figura 5), al trocear el material vegetal del banano y de realizar aplicaciones de microorganismos en el suelo los valores disminuyen, lo cual concuerda con Álvarez, (2015) que menciona que la biomasa de los cultivos mejora la relación Mg/K; la cual es fundamental para el correcto desarrollo de las hojas, la calidad de la clorofila y a su vez actúa en el metabolismo de los carbohidratos.



**Figura 5.** Relación Mg/K en los tratamientos al inicio y final

**Relación Ca/Mg/K:** En los datos analizados de esta variable se demostró que el T1 inicio con una media de 61,63 meq/100 en relación al T1 fin genero un resultado de 19,15 meq/100g donde se comprobó que no hay significancia entre los tratamientos. Como se logra ver en la figura 6, la relación entre estos elementos disminuye cuando los residuos de la cosecha del banano son troceados y aplicados al suelo más la incorporación de microorganismos benéficos. Según Pérez, (2013) menciona que los niveles de cationes más relevantes en el suelo como (Ca, K y Mg) pueden presentarse con valores no proporcionales entre sí habiendo un desequilibrio y, por lo tanto, existe menos probabilidad para que las plantas los absorban.



**Figura 6.** Relación Ca/Mg/K en los tratamientos al inicio y final

## CONCLUSIONES

Al comparar los análisis de suelo al inicio y final de la investigación los nutrientes en el suelo mejoraron con la aplicación del T1(biomasa fresca de banano picado + ME) en contenido de P, Cu, Ca y la relación Ca/Mg donde presentaron valores altamente significativos. En la variable MO, aunque en la prueba estadística no demuestre una significancia se sabe que una MO superior al 5% es un suelo con grandes propiedades físico-químicas que conlleva a ser un suelo fértil. El T1 podemos considerar como una alternativa para reducir los costos de fertilización y disminuir el impacto negativo que causan los fertilizantes químicos, favoreciendo la sostenibilidad de la producción y la salud del suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, S., Piraneque, N. y Cruz, R. (2022). Relación entre elementos nutrientes con carbono, nitrógeno y materia orgánica en suelos de la zona bananera de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 93 – 111. [https://www.researchgate.net/profile/Rosmery-Cruz-Obyrne/publication/361449116\\_Relacion\\_entre\\_nutrientes\\_con\\_carbono\\_nitrogeno\\_y\\_materia\\_organica\\_en\\_suelos\\_de\\_la\\_zona\\_bananera\\_de\\_Colombia/links/62b342276ec05339cc9a9c11/Relacion-entre-nutrientes-con-carbono-nitrogeno-y-materia-organica-en-suelos-de-la-zona-bananera-de-Colombia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rosmery-Cruz-Obyrne/publication/361449116_Relacion_entre_nutrientes_con_carbono_nitrogeno_y_materia_organica_en_suelos_de_la_zona_bananera_de_Colombia/links/62b342276ec05339cc9a9c11/Relacion-entre-nutrientes-con-carbono-nitrogeno-y-materia-organica-en-suelos-de-la-zona-bananera-de-Colombia.pdf)
- Álvarez, C. R. (2015). Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos.[Tesis Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires]. [http://www.ciaorganico.net/documypublic/126\\_libro\\_fertilidad\\_de\\_suelos-pvo\\_isbn.pdf](http://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf)
- Connorton, J. M., Balk, J., & Rodríguez-Celma, J. (2017). Iron homeostasis in plants—a brief overview. *Metallomics*, 9(7), 813-823. <https://doi.org/10.1039/c7mt00136c>

- FAO/STAT. (07 de 06 de 2022). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO/STAT: <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Ferro, D., Lozano, L., Bartoli, C., Fanello, D., Larriou, L., Millan, G., & Soracco, C. (2020). Disponibilidad y relación de calcio y magnesio: Efecto sobre exportación y concentración en raigrás y soja. *Revista de La Facultad De Agronomía*, 119(2), 057. <https://doi.org/10.24215/16699513e057>
- Fonseca, E. L. V., Batista, R. M. G., Herrera, A. M., & Castro, A. R. S. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151-159. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REM-CA/article/view/104/198>
- Galecio-Julca, M. (2020). Effect of organic sources and efficient microorganisms on the yield of the organic banana crop (Musa spp.L.). *Manglar*. 17(4), 301–306. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/man-glar/article/download/195/332>
- García Batista, R. M., Quevedo Guerrero, J. N., & Socorro Castro, A. R. (2020). Prácticas para el aprovechamiento de residuos sólidos en plantaciones bananeras y resultados de su implementación. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 280-291. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S221836202020000100280&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S221836202020000100280&script=sci_arttext&lng=pt)
- Ginés, I., & Mariscal Sancho, I. D. L. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. [https://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL\\_MONO\\_2002\\_01.pdf](https://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf)
- Jiménez, J. D. L. C., Moreno, L. P., & Magnitskiy, S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(1), 96-109. [www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732012000100010&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732012000100010&script=sci_abstract&lng=pt)
- Morocho, T. y Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025357852019000200093&lng=es&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852019000200093&lng=es&lng=es)
- Navarro & Navarro (2013). Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. Mundi-Prensa Libros. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=RSs6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP18&dq=NAVARRO+G.+y+NAVARRO+S.+2003.+Qu%C3%ADmica+agr%C3%ADcola:+El+suelo+y+los+elementos+qu%C3%ADmicos+esenciales+para+la+vida+vegetal.+&ots=UQGbbpUtH2&sig=b3sv57Nd\\_zjLyoclio89MVZclAw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=RSs6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP18&dq=NAVARRO+G.+y+NAVARRO+S.+2003.+Qu%C3%ADmica+agr%C3%ADcola:+El+suelo+y+los+elementos+qu%C3%ADmicos+esenciales+para+la+vida+vegetal.+&ots=UQGbbpUtH2&sig=b3sv57Nd_zjLyoclio89MVZclAw#v=onepage&q&f=false)
- Olivares, Y., Gaete, H., & Neaman, A. (2015). Evaluación de la fitotoxicidad y la genotoxicidad de suelos agrícolas de zonas con actividades mineras de cobre de la cuenca del río Aconcagua (Chile central). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 237-243. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000300003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000300003&script=sci_arttext)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Análisis de mercado del banano: resultados preliminares 2019. FAO <https://www.fao.org/3/ca7567es/ca7567es.pdf>
- Pérez-López, E. (2013). Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. *InterSedes*, 14(29), 06-18. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-24582013000300001&script=sci\\_arttext#1](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-24582013000300001&script=sci_arttext#1)
- Quevedo Guerrero, J. N., Delgado Pontón, I. G., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (Musa x paradisiaca L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 190-197. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300>
- Roca, N., Pazos, M. S., & Bech, J. (2007). Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO Argentino. *Ciencia del suelo*, 25(1), 31-42. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci_arttext&lng=pt)
- Rojas-Molina, J., Ortiz-Cabralez, L., Escobar-Pachajoa, L., Rojas-Buitrago, M., & Jaimes-Suarez, Y. (2021). Descomposición y liberación de nutrientes en biomasa por poda de cacao (Theobroma cacao L.) en Rionegro, Santander, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 888-900. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index>
- Ross, M. (2004). Importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles en palma de aceite. *Revista Palmas*, 25(especial), 98-104. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1071/1071>
- Zapata, R. D., & Osorio, W. (2010). La materia orgánica del suelo. Burbano O., H. and F. Silva M.(eds.). *Ciencia del suelo: principios básicos*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS), Bogotá, 357-396. <https://isbn.cloud/9789588598062/ciencia-del-suelo-principios-basicos/>