



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, noviembre 12 de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Las suscritas:

María Elena Manrique Chica, con C.C. No. 1.075.312.282,

Anyi Yulieth Vargas Rodríguez, con C.C. No. 1.080.189.535

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado “Evaluación de propiedades del suelo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) con la aplicación de materia orgánica en la granja experimental de la USCO” presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de Ingeniera Agrícola;

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: María Elena Manrique

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Anyi Yulieth Vargas R.

Firma:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Evaluación de propiedades del suelo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) con la aplicación de materia orgánica en la granja experimental de la USCO

AUTOR O AUTORES:

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| Manrique Chica | María Elena |
| Vargas Rodríguez | Anyi Yulieth |

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| Juan Gonzalo | Ardila Marín |
| Diana Carolina | Polanía Montiel |

ASESOR (ES):

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
|----------------------------|--------------------------|

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniera Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 46

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

1. Suelo
2. Materia orgánica
3. Propiedades físicas
4. Propiedades químicas
5. Rendimiento

Inglés

- Soil
Organic material
Physical properties
Chemical properties
Yield

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza en las propiedades fisicoquímicas del suelo y en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Granja Experimental de la Universidad Surcolombiana. Se planteó la hipótesis de que la incorporación de materia orgánica mejoraría significativamente tanto las propiedades del suelo como el rendimiento del cultivo. El estudio se llevó a cabo en una superficie de 1 hectárea, dividida en dos bloques de ½ hectárea, cada uno subdividido en 3 sub-bloques. Se utilizó un diseño experimental factorial simple con bloques completos al azar, aplicando 1 tonelada de gallinaza compostada a uno de los bloques de ½ hectárea. Los resultados mostraron un incremento significativo en la germinación en la parcela tratada (422 plantas/m²) frente a la testigo (346 plantas/m²) con p-value 0,0023<<0,005. En términos de propiedades del suelo, se registró un aumento de limos y arcillas en la textura Franco Arenosa con un 12.09% de limos y un 19.33% de arcillas. La conductividad eléctrica mejoró significativamente (p-value 5,36E-26 << 0,05), así como los nutrientes N (p-value 4,08E-7 << 0,05), P (p-value 7,5E-7 << 0,05), K (p-value 1,26E-10 << 0,05) y S (p-value 0,04 < 0,05). Concluyendo que la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza es beneficiosa para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como para aumentar el rendimiento del cultivo de arroz.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The objective of this study was to evaluate the impact of the application of organic matter based on poultry manure on the physicochemical properties of the soil and on the yield of rice (*Oryza sativa* L.) at the Experimental Farm of the Universidad Surcolombiana. It was hypothesized that the incorporation of organic matter would significantly improve both soil properties and crop yield. The study was carried out on an area of 1 hectare, divided into two ½ hectare blocks, each subdivided into 3 sub-blocks. A simple factorial experimental

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



| | | | | | | | |
|--------|--------------|---------|---|----------|------|--------|--------|
| CÓDIGO | AP-BIB-FO-07 | VERSIÓN | 1 | VIGENCIA | 2014 | PÁGINA | 3 de 3 |
|--------|--------------|---------|---|----------|------|--------|--------|

design with randomized complete blocks was used, applying 1 ton of composted poultry manure to one of the ½ hectare blocks. The results showed a significant increase in germination in the treated plot (422 plants/m²) versus the control (346 plants/m²) with p-value 0.0023<<0.005. In terms of soil properties, there was an increase in silts and clays in the sandy loam texture with 12.09% silts and 19.33% clays. Electrical conductivity improved significantly (p-value 5.36E-26<<<0.05), as well as nutrients N (p-value 4.08E-7<<<0.05), P (p-value 7.5E-7<<<0.05), K (p-value 1.26E-10<<<0.05) and S (p-value 0.04<0.05). Concluding that the application of organic matter based on poultry manure is beneficial to improve the physical and chemical properties of the soil, as well as to increase the yield of rice crop.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre presidente-Jurado: Rómulo Medina Collazos

Firma:

Nombre Jurado: Lina Alexandra Meza Mendoza.

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DEL SUELO Y RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CON LA APLICACIÓN DE
MATERIA ORGÁNICA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO**

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autore(s)

María Elena Manrique Chica: 20151136131

Anyi Yulieth Vargas Rodríguez: 20162150958

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Neiva, Huila, Colombia. 2024

Firma

Director: Juan Gonzalo Ardila Marín

Firma

Codirector: Diana Carolina Polanía Montiel

Nota de aceptación

Firma

Jurado: Rómulo Medina Collazos

Firma

Jurado: Lina Alexandra Meza Mendoza

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DEL SUELO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CON LA APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza en las propiedades fisicoquímicas del suelo y en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Granja Experimental de la Universidad Surcolombiana. Se planteó la hipótesis de que la incorporación de materia orgánica mejoraría significativamente tanto las propiedades del suelo como el rendimiento del cultivo. El estudio se llevó a cabo en una superficie de 1 hectárea, dividida en dos bloques de ½ hectárea, cada uno subdividido en 3 sub-bloques. Se utilizó un diseño experimental factorial simple con bloques completos al azar, aplicando 1 tonelada de gallinaza compostada a uno de los bloques de ½ hectárea. La variedad de arroz utilizada fue FL FEDEARROZ 68, con una densidad de siembra de 150 kg/ha. Durante las etapas fenológicas críticas se realizaron mediciones dentro de un marco de 50x50 cm para el conteo de plantas y macollas, así como la medición de altura. Se aplicó un plan de fertilización recomendado, fraccionando las dosis de varios fertilizantes. Los análisis estadísticos incluyeron un análisis descriptivo y un ANOVA con el método LSD de Fisher. Los resultados mostraron un incremento significativo en la germinación en la parcela tratada (422 plantas/m²) frente a la testigo (346 plantas/m²) con p-value 0,0023<<0,005. Se observaron diferencias significativas durante las etapas de máximo macollamiento (p-value 0.0012<<0,005) y floración (p-value 2,57E⁻⁶<<<0,05). La parcela tratada con materia orgánica también presentó un mayor número de macollas y rendimiento total, evidenciando que la materia orgánica no solo mejora las propiedades del suelo, sino que también incrementa la productividad del cultivo. En términos de propiedades del suelo, se registró un aumento de limos y arcillas en la textura Franco Arenosa con un 12.09% de limos y un 19.33% de arcillas. La conductividad eléctrica mejoró significativamente (p-value 5,36E⁻²⁶<< 0,05), así como los nutrientes N (p-value 4,08E⁻⁷<<0,05), P (p-value 7,5E⁻⁷<<0,05), K (p-value 1,26E⁻¹⁰<<0,05) y S (p-value 0,04<0,05), junto con una neutralización del pH (p-value 5,68E⁻⁵<<0,005). La capacidad de intercambio catiónico aumentó (p-value 0,0016<0,05), al igual que el contenido de carbono orgánico y materia orgánica (p-value 7,83E⁻⁷<<0,05 y p-value 4,08E⁻⁷<<0,005, respectivamente). Concluyendo que la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza es beneficiosa para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como para aumentar el rendimiento del cultivo de arroz. Se recomienda continuar con esta práctica y realizar estudios adicionales sobre diferentes tipos y cantidades de materia orgánica, promoviendo la agricultura sostenible en diversas regiones.

Palabras clave: Suelo, materia orgánica, propiedades físicas, propiedades químicas, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the impact of the application of organic matter based on poultry manure on the physicochemical properties of the soil and on the yield of rice (*Oryza sativa* L.) at the Experimental Farm of the Universidad Surcolombiana. It was hypothesized that the incorporation of organic matter would significantly improve both soil properties and crop yield. The study was carried out on an area of 1 hectare, divided into two ½ hectare blocks, each

subdivided into 3 sub-blocks. A simple factorial experimental design with randomized complete blocks was used, applying 1 ton of composted poultry manure to one of the ½ hectare blocks. The rice variety used was FL FEDEARROZ 68, with a planting density of 150 kg/ha. During the critical phenological stages, measurements were taken within a 50x50 cm frame to count plants and tillers, as well as to measure height. A recommended fertilization plan was applied, fractioning the doses of various fertilizers. Statistical analyses included a descriptive analysis and an ANOVA with Fisher's LSD method. Results showed a significant increase in germination in the treated plot (422 plants/m²) versus the control (346 plants/m²) with p-value 0.0023<<<0.005. Significant differences were observed during the stages of maximum tillering (p-value 0.0012<<<0.005) and flowering (p-value 2.57E-6<<<<0.05). The plot treated with organic matter also presented a higher number of tillers and total yield, showing that organic matter not only improves soil properties, but also increases crop productivity. In terms of soil properties, there was an increase of silts and clays in the Sandy loam texture with 12.09% silts and 19.33% clays. Electrical conductivity significantly improved (p-value 5.36E-26<<<0.05), as well as nutrients N (p-value 4.08E-7<<<0.05), P (p-value 7.5E-7<<<0.05), K (p-value 1.26E-10<<<0.05) and S (p-value 0.04<0.05), along with a neutralization of pH (p-value 5.68E-5<<<0.005). Cation exchange capacity increased (p-value 0.0016<0.05), as did organic carbon and organic matter content (p-value 7.83E-7<<<0.05 and p-value 4.08E-7<<<0.005, respectively). Concluding that the application of organic matter based on poultry manure is beneficial to improve the physical and chemical properties of the soil, as well as to increase the yield of the rice crop. It is recommended to continue with this practice and conduct additional studies on different types and amounts of organic matter, promoting sustainable agriculture in various regions.

Keywords: Soil, organic material, physical properties, chemical properties, yield.

INTRODUCCIÓN

El arroz, después del trigo, es el cereal más cultivado en el mundo, siendo base de la alimentación de más de la mitad de los habitantes del planeta (Soto-Gómez & Pérez-Rodríguez, 2022). En Colombia, a nivel productivo el arroz ocupa el tercer puesto, después del café y la palma de aceite (López Bejarano, 2020); siendo el Huila uno de los principales departamentos arroceros con mayor variación del área a cosechar con un (15,7 %) al cosechar 2.335 hectáreas más en el segundo semestre de 2020 (17.178 hectáreas) con respecto al mismo periodo del año 2019 (14.843 hectáreas) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística & Federación Nacional de Arroceros de Colombia, 2021). Pero, para el 2030 el arancel para importar arroz va a ser cero, por lo que en ese momento el sector debe estar en condiciones para competir, y se debe ir ajustando a esas nuevas circunstancias (Pinzón Garzón, 2022), también se identificó que el agricultor colombiano debe trabajar en la implementación masiva de buenas prácticas agrícolas para el manejo del cultivo que mejoren la productividad y reduzcan costos (Montenegro Preciado, 2017). “El arroz tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa, inclusive pudiéndose cultivar en los suelos de textura fina y media propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos” (Franquet & Borràs, 2004); y teniendo en cuenta, que pese a que en los suelos de textura fina se dificultan las labores de siembra

y cosecha, estos son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministro de nutrientes, haciendo que la textura del suelo juegue un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (Gamboa, 2019). Además, el arroz es adaptable a diversas condiciones ambientales clima- suelo, existiendo muchas variedades, cada una de ellas se adapta a una región especial (Li et al., 2016).

“Las recomendaciones de fertilización se basan en rangos de 100 kg ha^{-1} de N, 40 a 60 kg ha^{-1} de P y 80 a 90 kg ha^{-1} de K” (Arias-Badilla et al., 2020). Sin embargo, “al incrementar la M.O. en el suelo de 17,7 a 30,4 kg Ha^{-1} se observó una disminución del pH y un incremento en la concentración de P y S haciéndolos disponibles para la planta; así mismo, con los incrementos de materia orgánica, la rentabilidad del cultivo fue más alta, pues la fertilización bajó de 225 a 160 kg ha^{-1} disminuyendo los costos de producción” (Alvarez Herrera et al., 2008). La incorporación de materia orgánica a base de gallinaza es fuente de micronutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, disminuye las pérdidas por escorrentía, incrementa la eficiencia en el uso de fertilizantes químicos, fija nitrógeno, y reduce los problemas de acidificación (Torres Gómez, 2004). En cada etapa de crecimiento de la variedad FL68 de Fedearroz, según su fenología, es recomendable la aplicación de ciertos nutrientes, “los abonos verdes se deben incorporar en la etapa media de su madurez, o sea, antes de la floración o poco después de esta”, el incremento de la materia orgánica aumenta el nitrógeno asimilable, la actividad microbiana y la solubilización de los nutrientes minerales, y mejora las condiciones físicas del suelo, favoreciendo la capacidad de retención de agua. Las mejores condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo para los cultivos se encuentran preferentemente en suelos con alto contenido de materia orgánica (L. Castilla & Tirado, 2019).

Uno de los principales problemas para producir arroz, es el alto costo de los insumos agrícolas (Gutierrez Mendoza, 2023) y la baja participación del gobierno en activar ayudas económicas para sopesar este incremento en costos (Torres Vera, 2023), por lo que los productores se ven obligados, al no contar con suficientes recursos, a involucrar los fertilizantes orgánicos como estrategia productiva, pero sin saber qué efectos tendrán (positivos o negativos) en su cultivo y en el suelo (Rosado Moran, 2020). Otra problemática es que el análisis de la nutrición vegetal que realiza el productor se haga de forma aislada del entorno productivo, porque la rentabilidad es función de la capacidad de poder suministrar los insumos adecuados en el momento más oportuno y bajo el esquema de gastos mínimos y máxima eficiencia, de lo contrario se estaría promoviendo un bajo rendimiento con un alto costo; esta baja rentabilidad podría atentar contra la permanencia del productor en la actividad arrocera (Arias-Badilla et al., 2020).

Por otro lado, “la textura del suelo de la granja de la Universidad Surcolombiana en su primer horizonte presenta predominio de la fracción de arenas cuyos porcentajes fluctúan entre 73,9 y 81,7% con profundidad efectiva muy superficial, y tienden a almacenar escasa cantidad de agua por ser compactos y con bajos contenido de Materia Orgánica” (Olaya Amaya, 2008). También, según (Torrente Trujillo et al., 2020), los suelos característicos del área del Juncal son de mediana a fuertemente ácidos en el perfil estratigráfico con contenidos bajos de materia orgánica y baja capacidad de intercambio iónico con excepciones en el horizonte superficial, y con ausencia de fósforo aprovechable. Y estas condiciones del suelo deben ser mejoradas con miras a incrementar la rentabilidad del agronegocio arrocero.

Es por esto que nace la pregunta de ¿cómo influye la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza en las propiedades fisicoquímicas del suelo de la Granja Experimental de la Universidad Surcolombiana, y dichas propiedades cómo inciden en el rendimiento del cultivo de arroz?, por esto se busca evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza en la granja experimental

de la Universidad Surcolombiana en Palermo Huila; y para hacer dicho análisis se van a caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la materia orgánica (M.O.) a emplear y del suelo de la granja antes y después de la aplicación de la M.O., y después de la cosecha, y se va a relacionar el rendimiento del cultivo de arroz con cada uno de los tratamientos, y así establecer el nivel de impacto del uso de insumos orgánicos, al igual que identificar el rendimiento de lo aplicado con el testigo que se manejará de forma convencional.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Fase 1: Localización y delimitación del área de estudio

Se realizó en la Granja Experimental de la Universidad de Surcolombiana ubicada en: N 2°53'9,12", O 75°18'26,09", en el municipio de Palermo-Huila, vereda San Miguel, la cual cuenta con 18 hectáreas cultivadas en arroz.

Teniendo la información geográfica de la zona de estudio y las coordenadas del lote C de cultivo de arroz de la Granja, con ayuda de herramientas digitales como Google Earth, se procedió a delimitar un área de 1 ha para el estudio, y posteriormente se dividió en 2 bloques representativos de ½ ha; y cada ½ ha se subdividió en 3 sub-bloques de áreas iguales. El área de estudio se presenta en la Figura 1.

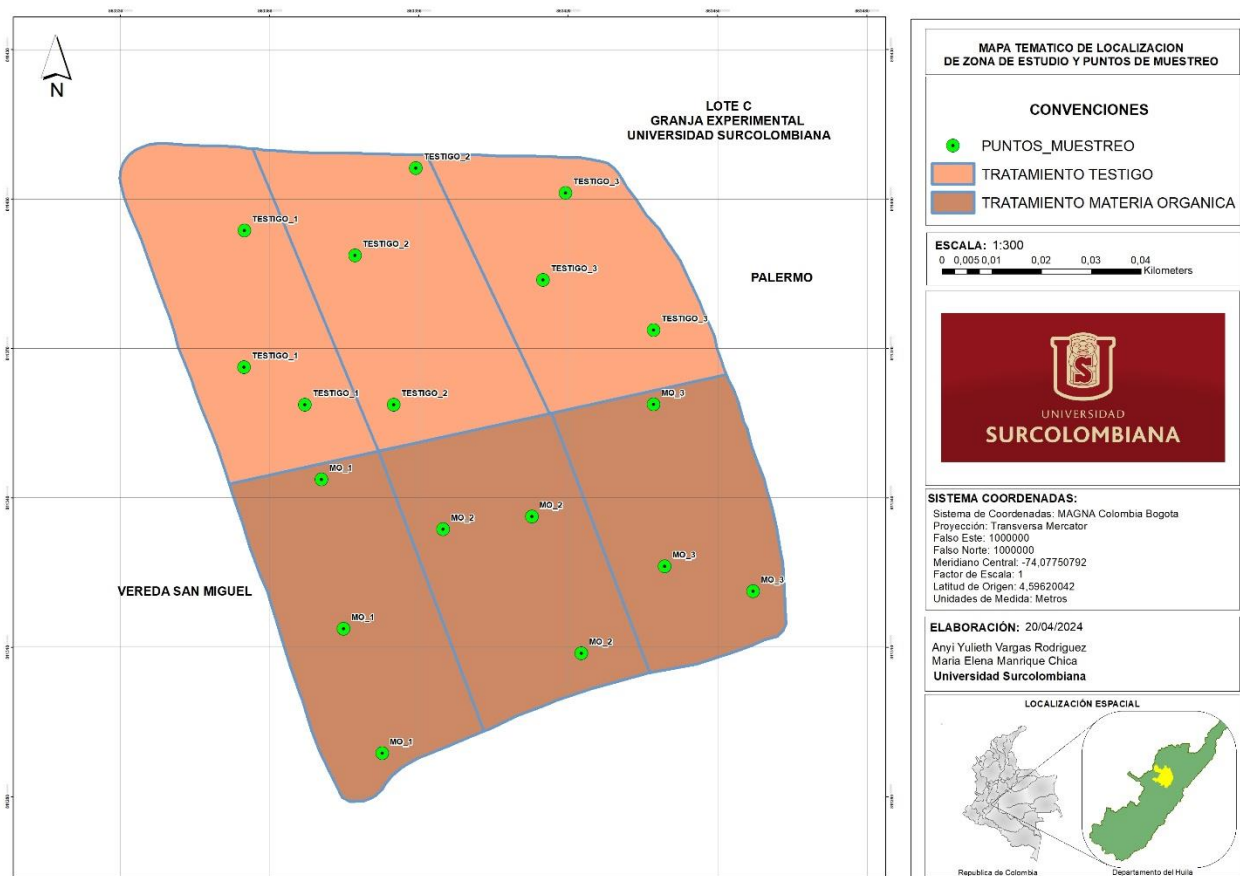


FIGURA 1. Localización del área de trabajo y puntos de muestreo. Fuente: Los autores.

1.2 Fase 2: Diseño experimental

El diseño experimental fue factorial simple con arreglos de bloques completos y generalizados al azar. Este bloqueo fue necesario realizarlo para poder visualizar el grado de efectividad tanto para la producción del cultivo de arroz como para el suelo con aplicación de Materia Orgánica.

Se tomó la georreferenciación para poder determinar los cambios del suelo a través del tiempo y minimizar el sesgo y el error asociado al muestreo. Para el tratamiento con materia orgánica (MO) se realizó preparación del suelo con aplicación de 1 ton de materia orgánica (Gallinaza compostada – Abonos Biormin, ver ANEXO 1.) a la ½ ha, luego se llevó a cabo la incorporación mediante labranza primaria correctiva que fue convencional con rastra, landplane y caballoneo con taipa, buscando oxigenar y descompactar el suelo ya que se debía eliminar cualquier factor físico, químico y biológico que afectara el normal desarrollo de las raíces. Adicionalmente, se tuvo un testigo al que no se le aplicó materia orgánica de ningún tipo. El manejo agronómico del cultivo de arroz en la granja (fertilización, control de plagas y enfermedades), se realizó según la recomendación del agrónomo de Fedearroz, proveedores de la semilla a emplear; y el riego se realizó por melgas.

1.3 Fase 3: Muestreo del suelo

Tomando muestras por triplicado, tres en cada sub-bloque, la selección de los puntos de toma de muestras se realizó de forma aleatoria para cada una de las cuadrillas según metodología de hipercubo latino condicionado (cHL). Los 18 sitios se muestran en la Figura 1 con la información multidimensional que se describirá en la Tabla 1.

La toma de muestras se realizó siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Se raspó ligeramente la superficie del terreno donde se iba a tomar la muestra, sin remover demasiado el suelo.
2. Con ayuda de un Barreno Holandés se sacó la muestra de suelo, con una profundidad aproximada de 20 cm.
3. Se depositó el suelo en una bolsa ziploc, debidamente rotulada para la identificación de la muestra.
4. Se mezcló el suelo depositándolo en un balde, quebrando los terrones. Se dejó secar al aire sobre un papel limpio.

Lo muestreos se realizaron en tres momentos: Antes y después de aplicar la M.O. (si haber establecido el cultivo) y una vez terminado el ciclo vegetativo del cultivo y la cosecha. Las muestras fueron trasladadas y estudiadas en el Laboratorios de Suelos (LABGAA) de la Universidad Surcolombiana, sede central.

1.4 Fase 4: Pruebas de laboratorio a muestras de suelo

Se caracterizaron las tres tomas de muestras de suelo de cada bloque antes y después de la aplicación de M.O. en la época de la siembra del grano, y después de la cosecha, para un total de 54 muestras a las que se les midieron las propiedades descritas en la Tabla 1 según las mencionadas metodologías y normas.

TABLA 1. Propiedades físicos-químicas a analizar. Fuente: Los autores.

| PARAMETRO | METODOLOGIA | FUENTE |
|-----------|-------------|--------|
|-----------|-------------|--------|

| | | |
|------------------------------------|---|------------------------|
| TEXTURA | Metodo de Bouyucos | IGAC,2018 |
| DENSIDAD APARENTE | Metodo de Cilindro | IGAC,2019 |
| DENSIDAD REAL | Metodo del picnometro | IGAC,2020 |
| POROSIDAD | Utilizando la ecuacion | IGAC,2021 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | Conductimetro | NTC 5596 |
| PH | Potenciometro | IGAC,2018 |
| FOSFORO | BRAY-II MODIFICADO fosforo disponible en suelos | NTC 5350 modificado |
| AZUFRE | Turbidimetrica | NTC 5402, modificado |
| MENORES (Cu, Fe,Zn y Mg) | LABORATORIO LAGSA | NTC 5349, modificado |
| MAYORES (Ca, Mg,K,Na) | LABORATORIO LAGSA | NTC 5526, modificado |
| Capacidad de Intercambio Cationico | Acetato de Amonio 1M PH 7,0 | NTC 5268, modificado |
| Carbono Organico | Espectroscopia | NTC 5403, modificado |
| Materia organica | con la formula | factor de Van Benmelen |

1.5 Fase 5: Seguimiento al desarrollo fenológico del cultivo

1.5.1 SIEMBRA: La cantidad de semilla óptima se determinó por la variedad seleccionada, que en el presente proyecto fue la FL FEDEARROZ 68 y según la ficha técnica suministrada ANEXO 2, la densidad de siembra en surco recomendada fue 150 kg ha^{-1} de semilla certificada. En una práctica en campo en la Granja Experimental se estimó que para la densidad de siembra de 150 kg ha^{-1} se sembraban alrededor de 500 semillas/ m^2 (Serrato Rivera & Trujillo Valencia, 2024).

Posteriormente, cuando ya el suelo estuvo adecuado según parámetros topográficos, tipo de riego y condicionado para el cultivo a implementar, se hizo uso de la máquina sembradora, correctamente calibrada.

1.5.2 SEGUIMIENTO AL DESARROLLO DEL CULTIVO: Durante esta etapa, se realizaron diferentes mediciones conforme el cultivo avanzaba en sus estados fenológicos, como se muestra en la Tabla 2. Se hizo uso de un marco de medidas 50x50cm que se colocó sobre el suelo en cada punto de muestreo según cHL y un banderín para identificar la localización, los cuales pueden apreciarse en la Figura 2.

TABLA 2. Seguimiento al desarrollo fenológico del cultivo. Fuente: Los autores.

| Actividad | Días después de germinado (DDG) | Observación |
|--|---------------------------------|--|
| Conteo de población inicial (Germinación) | De 8 a 10 | Aforador 50x50: Se cuenta la totalidad de plantas germinadas |
| Conteo de macollas y medición de altura (Crecimiento) | De 25 a 30 | Aforador 50x50: Conteo de macollas y medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta la hoja más alta |
| Máximo macollamiento Conteo de macollas y medición de altura | De 35 a 38 | Aforador 50x50: Conteo de macollas y medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta la hoja más alta |

| | | |
|--|--------------|--|
| (Crecimiento y desarrollo) | | |
| Máximo embuchamiento Cuento de macollas y medición de altura (Etapa de desarrollo) | De 70 a 75 | Aforador 50x50: Cuento de macollas y medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta la hoja más alta |
| Floración Cuento de panículas y medición de altura (Etapa de floración) | De 85 a 90 | Aforador 50x50: Cuento de panículas y medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta la hoja más alta |
| Madurez de cosecha Cuento de panículas, medición de altura, corte y desgranado | De 105 a 110 | Aforador 50x50: Se cortó en su totalidad, se midieron 10 panículas, dichas panículas se desgranaron por completo, separando granos llenos de vanos, se apartaron los llenos para sacar 1000 granos y determinar su peso. |

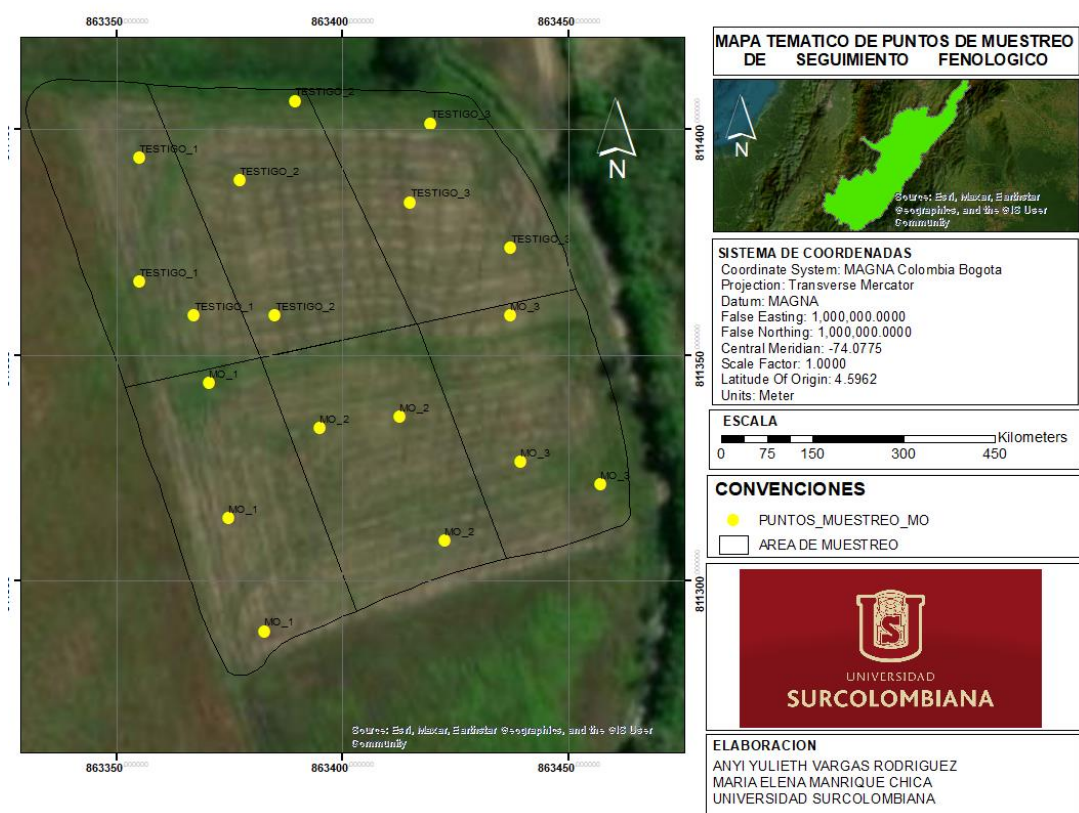


FIGURA 2. Puntos de muestreo de seguimiento fenológico. Fuente: Los autores.

1.6 Fase 6: Plan de fertilización

Se realizó el plan de fertilización recomendado por FEDEARROZ en cuatro momentos, siendo igual para cada una de las parcelas tratadas. Las dosis se fraccionaron de la siguiente manera: en la primera abonada se aplicó el 33% de Urea Granulada, el 50% de Olafos-S y el 100% de Agrimins Granulado 8-5-0-6; en la segunda abonada, se aplicó el 33% de Urea Granulada, el 50% de Olafos-S y el 23% de KCL Granulado 0-0-60; para la tercera abonada se aplicó el 50% de Sulfato de Amonio, el 100% de DAP 18-46-0, el 30,8% de KCL Granulado y el 100% de Sulcamag; las dosis

restantes corresponden al 50% de Sulfato de Amonio, el 46,2% de KCL Granulado y el 33% de Urea Granulada, las cuales fueron aplicadas en la última abonada, ver ANEXO 3.

1.7 Fase 7: Cosecha

El grado de madurez y el contenido de humedad del grano son los factores más determinantes en la cosecha del cultivo de arroz. El momento óptimo de la cosecha del arroz se determinó cuando la panícula alcanzó su madurez fisiológica y cuando el grano poseía una humedad entre 22 y 25%.

1.8 Fase 8: Análisis estadístico

Una vez obtenidos los resultados de los estudios físicos y químicos, se realizó la estadística descriptiva para evaluar el comportamiento de los datos, y luego se procesaron y analizaron mediante un estudio estadístico ANOVA mediante el método LSD de Fisher que nos permitió identificar y cuantificar el efecto de los tratamientos de este estudio experimental, esperando diferencias significativas en cada uno de los parámetros analizados por separado, donde el intervalo de confianza fue del 95%.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Efecto de la materia orgánica sobre el número de plantas

La aplicación de materia orgánica a base de gallinaza mostró efectos significativos en la germinación de plantas por metro cuadrado (Figura 3) con un p-value $0,0023 < 0,05$ como se puede verificar en el ANOVA reportado en el ANEXO 4. En la parcela testigo se observó un promedio de 346 plantas/m², equivalente al 69,2% de germinación, considerando las semillas sembradas; en comparación con la parcela tratada, donde el promedio fue de 422 plantas/m², lo que representa un 84,4% de germinación. Este resultado se respalda con los datos obtenidos por (Reyes et al., 2019), quienes también reportaron efectos positivos en la germinación al aplicar materia orgánica en el cultivo de arroz. En su investigación encontraron diferencias significativas en la germinación de semillas y el establecimiento de plantas al variar las dosis de materia orgánica aplicadas al suelo.

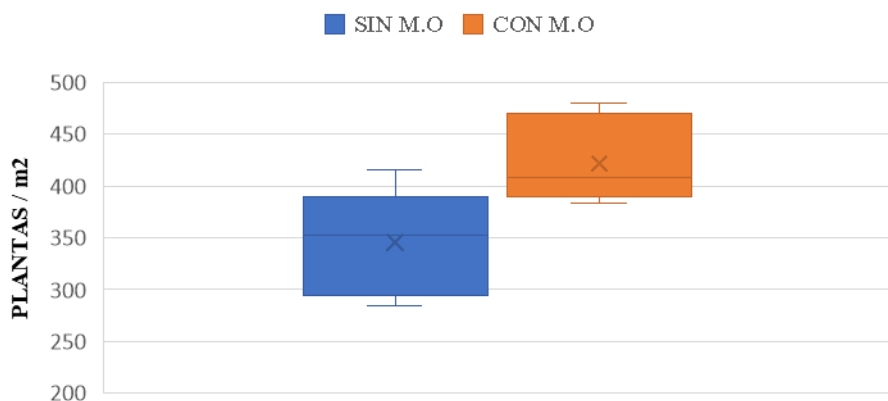


FIGURA 3. Conteo de pantas a los 10 DDG por metro cuadrado. Fuente: Los autores.

2.2 Efecto de la materia orgánica sobre el crecimiento del cultivo

En la Figura 4 se muestra la curva de crecimiento del cultivo durante el desarrollo fenológico en cada una de las parcelas tratadas, donde se evidenció que la aplicación de materia orgánica generó diferencias significativas comparada con la parcela testigo, durante las etapas de máximo macollamiento con $p\text{-value } 0,0012 \ll 0,05$, máximo embuchamiento $p\text{-value } 0,04 < 0,05$ y floración con $p\text{-value } 2,57E^{-6} \ll 0,05$, momento este último en el que la diferencia fue más marcada, como lo muestra el ANOVA en los ANEXOS 5, 6 y 7, respectivamente; sin embargo, en la etapa inicial de crecimiento no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, el F calculado $2,25 < 4,02$ F crítico, como se puede verificar en el ANEXO 8. (Alvarado Aguayo et al., 2017) señalan que el efecto comparativo entre el uso de diversos tipos de abonos orgánicos aplicados antes de la siembra, con respecto al fertilizante convencional, incide sobre los parámetros fenológicos y productivos del cultivo de arroz; en su investigación la diferencia de los tratamientos en altura alcanzada por las plantas es significativa. También (Córdova Oñate, 2011) al evaluar el crecimiento del cultivo tras la aplicación de materia orgánica degradada al suelo (humus y bioabor) evidenció que cada tratamiento generó mayor altura de las plantas con respecto a la parcela testigo.

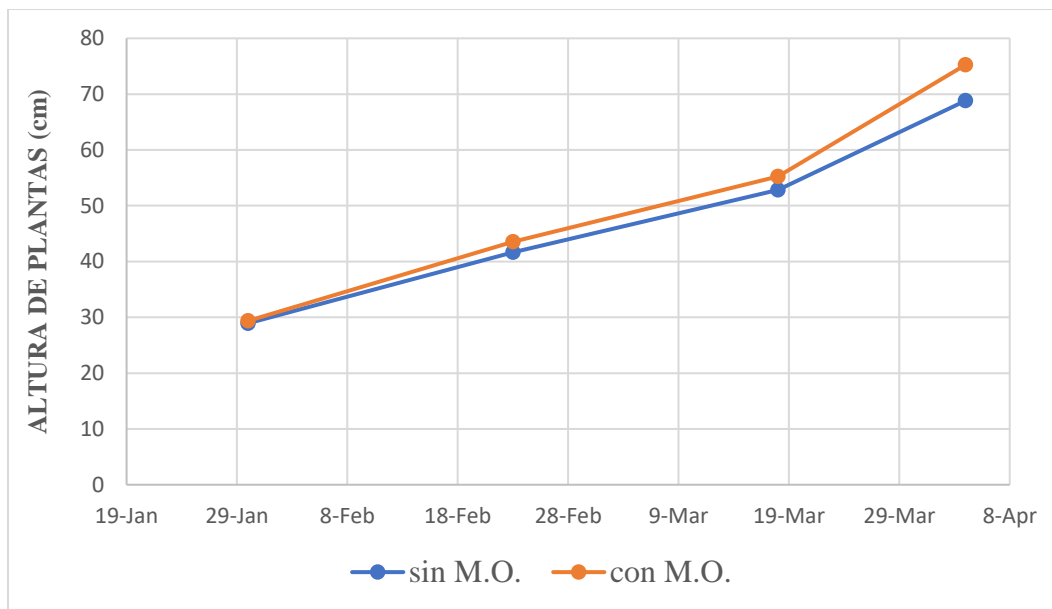


FIGURA 4. Curva de crecimiento del cultivo. Fuente: Los autores.

2.3 Efecto de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo y sus componentes

2.3.1. NÚMERO DE MACOLLAS POR METRO CUADRADO: Al realizar la evaluación de la cantidad de macollas por metro cuadrado, se encontró que la parcela tratada con materia orgánica presentó diferencias significativas con respecto a la parcela testigo con $p\text{-value } 0,007 \ll 0,05$ ver ANEXO 9. En la Figura 5 se observa el promedio de macollas por metro cuadrado registrado en general durante todas las etapas del cultivo, siendo para la parcela con materia orgánica de 2.038 macollas/m² y para la testigo 1.531 macollas/m²; Sin embargo, al evaluar el número de macollas por metro cuadrado durante cada una de las etapas, se evidenció que en la etapa inicial de crecimiento no hubo diferencia significativa, ya que según el ANOVA $p\text{-value } 0,13 > 0,05$ ver ANEXO 10, mientras que en las etapas de máximo macollamiento y máximo embuchamiento si se presentaron diferencias significativas como se puede evidenciar en el ANOVA del ANEXO 11 y 12 respectivamente, donde $p\text{-value } 0,0014 \ll 0,05$ y $0,0034 \ll 0,05$; este resultado se debe

principalmente a los elementos presentes en la materia orgánica, los cuales serán abordados más adelante en la sección de propiedades fisicoquímicas del suelo, y al efecto que tienen estos en la diferencia de semillas que germinaron entre las parcelas, lo cual generó que aumentara el número de macollas por metro cuadrado. Estos resultados se respaldan con lo dicho por (Zambrano Ochoa Daira Yomira, 2019) quien evidenció diferencias significativas en el número de macollas por metro cuadrado al aplicar distintos tipos de abonos orgánicos, entre ellos el Biol al 40%, que es un abono líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, el cual presentó mayor diferencia en la medición de esta variable en comparación con el tratamiento testigo.

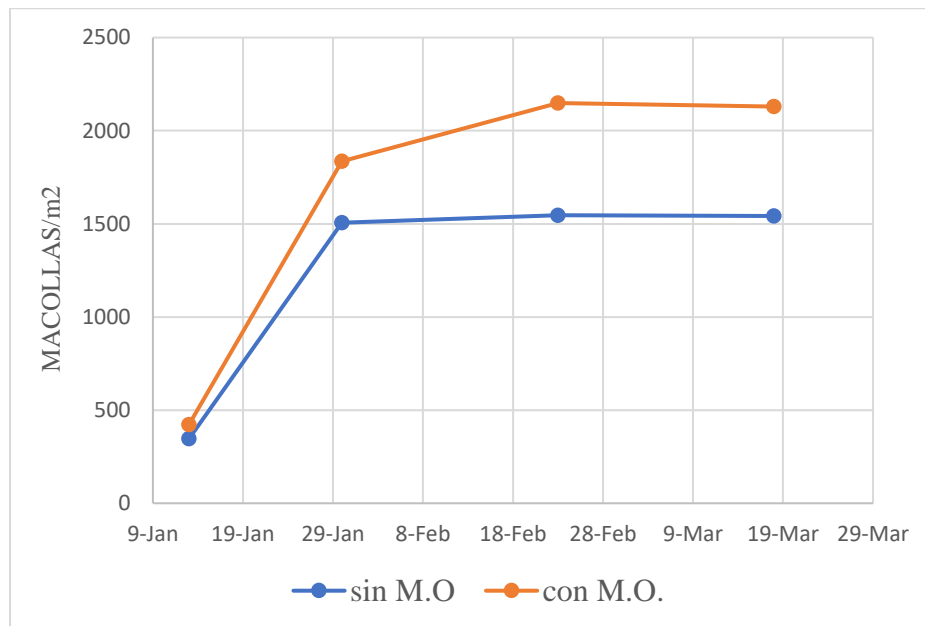


FIGURA 5. Curva de rendimiento del cultivo. Fuente: Los autores.

2.3.2. CANTIDAD Y LONGITUD DE PANÍCULAS: En la Figura 6, se muestra la cantidad de panículas por metro cuadrado que se obtuvieron en promedio en cada parcela de estudio, donde se observa que hay mayor cantidad en la parcela tratada con materia orgánica, la cual presentó un promedio de 1.841 panículas por metro cuadrado en comparación con la testigo que tuvo solo 1.128. Según el análisis de varianza ANOVA, se evidencia que hubo diferencia significativa ya que se presentó un $p\text{-value } 3,31E^{-5} \lll 0,05$, ver ANEXO 13. Similares resultados fueron encontrados por (Simbaña Quishpi, 2020) ya que, al aplicar distintos abonos orgánicos en el cultivo de arroz, obtuvo mayor número de panículas por metro cuadrado en estas parcelas, comparadas con la parcela testigo; por otro lado, (Reyes et al., 2019) expresan que la materia orgánica representa una gran influencia en la cantidad de panículas por metro cuadrado, debido al gran contenido de nutrientes aportados por esta, los cuales favorecen el buen desarrollo fenológico del cultivo de arroz.

En cuanto a la longitud de las panículas, también se evidenciaron diferencias significativas, ya que según el ANOVA mostrado en el ANEXO 14, $p\text{-value } 1,029E^{-11} \lll 0,005$. Adicionalmente, en la Figura 7 se puede observar el mapa temático de longitud de panículas por parcela, en el cual, el color más claro representa los valores más bajos que oscilan entre 17,33 – 18,88 cm y el más oscuro representa los valores más altos que están entre 23,54 – 25,09 cm, manteniéndose la relación de valores con las tonalidades que están en medio, logrando identificar que en la parcela tratada con materia orgánica se tuvieron panículas de mayor longitud.

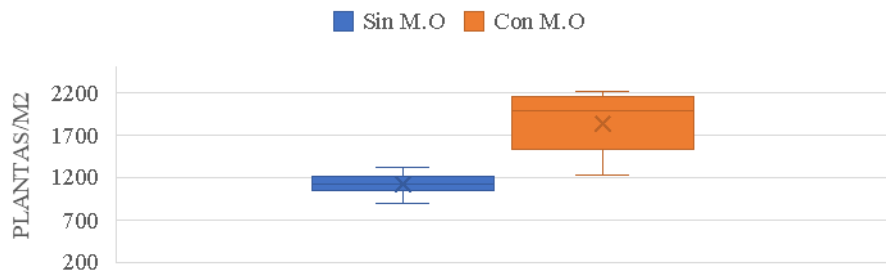


FIGURA 6. Cantidad de panículas por metro cuadrado. Fuente: Los autores.

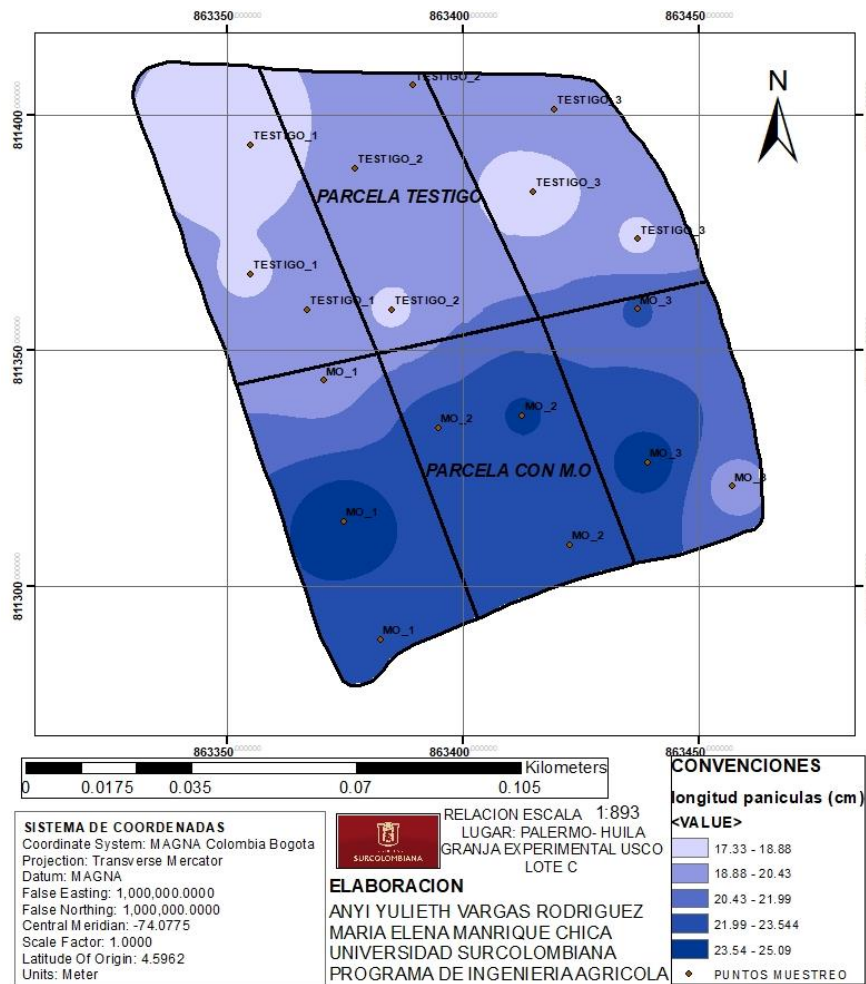


FIGURA 7. Mapa longitud de panículas. Fuente: Los autores.

2.3.3. VARIABLES DE PRODUCCIÓN (PESO DE MIL GRANOS, GRANOS VANOS Y ESTIMATIVO DE COSECHA): Tras pesar 1000 granos llenos de cada aforador y realizar el análisis de varianza, se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos $p\text{-value } 0,506 \gg 0,05$, ver ANEXO 15. También, en el ANOVA del ANEXO 16, se muestran los estimativos de cosecha para cada tratamiento, siendo para la parcela tratada con materia orgánica de $9.548,5 \text{ kgha}^{-1}$ y para la parcela testigo de 8.911 kgha^{-1} lo cual representa diferencia significativa

entre los tratamientos con $p\text{-value } 4,68627E^{-10} \ll 0,05$ y reafirma el impacto positivo de la aplicación de materia orgánica en el suelo (Julca-Otiniano et al., 2006), además de eso, en la Figura 8 se observa el mapa temático estimativos de cosecha por parcela, en el cual, las tonalidades claras representa los valores más bajos que oscilan entre $8.810 \text{ kg ha}^{-1} - 9.050 \text{ kg ha}^{-1}$ y el más oscuro representa los valores más altos que están entre $9.540 - 9.680 \text{ kg ha}^{-1}$, manteniéndose la relación de valores con las tonalidades que están en medio.

Contrastando los resultados de la proyección de producción con los reales obtenidos al momento de cosechar y verificados en el molino al momento de la venta, se evidenció que, aunque hubo pérdidas en el proceso, se mantuvo la relación estimada, ya que en la parcela con materia orgánica se cosecharon 4.375 kg , lo que representa 8.750 kg ha^{-1} y a su vez el $91,63\%$ de la cosecha estimada, mientras que en la parcela testigo la producción fue de $4.062,5 \text{ kg}$, es decir, 8.125 kg ha^{-1} , representando el $91,17\%$ de lo estimado a cosechar. Por otro lado, el porcentaje de granos vanos entre los tratamientos también fue significativamente diferente ya que para la parcela testigo fue de $1,75\%$ mientras que para la parcela tratada fue de $1,34\%$. con $p\text{-value } 5,599E^{-6} \ll 0,05$, ver ANEXO 17. Similares resultados fueron encontrados por (Loor Zambrano & Proaño Cantos, 2022) quienes afirmaron que el tratamiento con fertilización química alcanzó el mayor número de granos vanos por metro cuadrado con relación al tratamiento con fertilización orgánica.

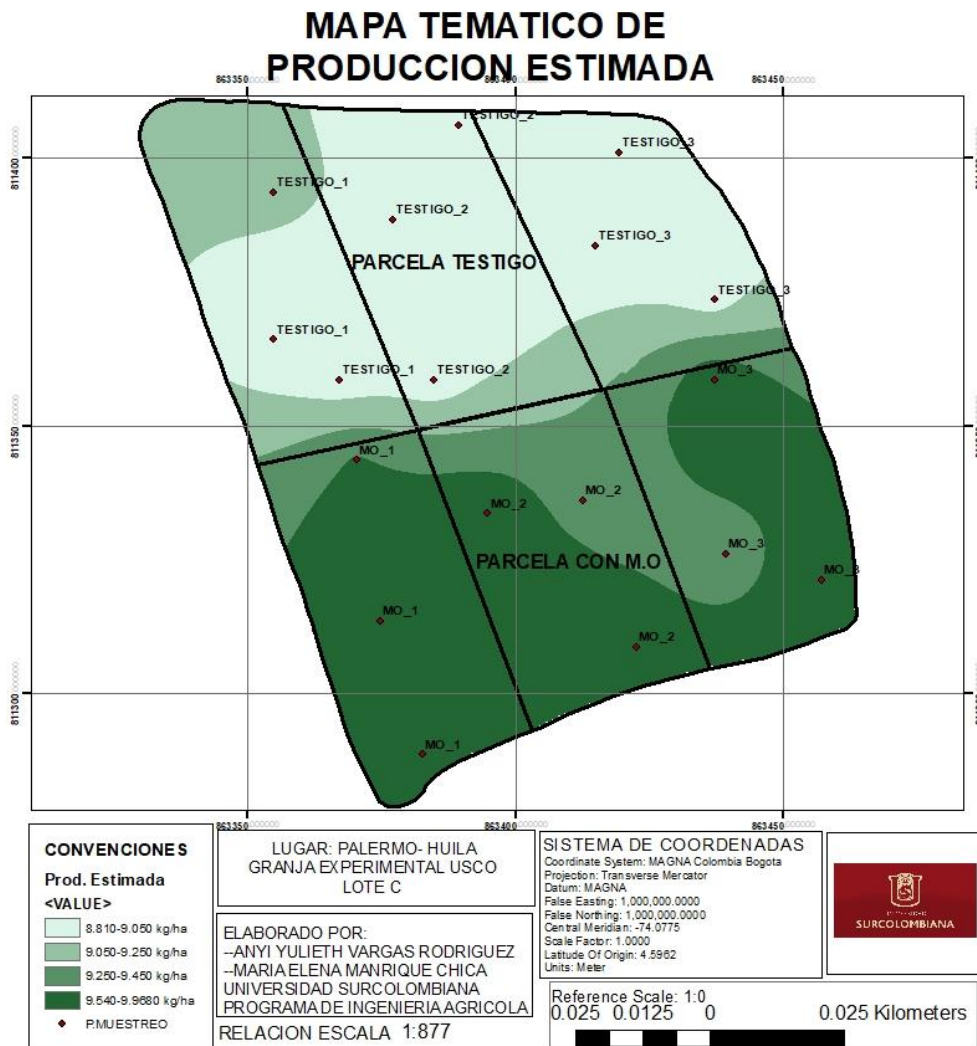


FIGURA 8. Mapa producción estimada. Fuente: Los autores.

2.4 Efecto de la materia orgánica sobre los parámetros físicos del suelo

2.4.1. TEXTURA: La textura del suelo es fundamental para el cultivo de arroz debido a la influencia que tiene en la retención de agua y nutrientes, su permeabilidad y capacidad de descomponer la materia orgánica (cita10). Los análisis muestran que tanto la parcela testigo como la tratada con materia orgánica, tienen una textura Franco Arenosa (FA) según el cuadro textural del suelo y los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos de la universidad Surcolombiana realizado por el método de Bouyoucos, con porcentajes promedio de arenas de 73,68%, arcillas 14,84% y valores de limos de 11,47%. Ver ANEXO 18. Se observó también que, en la parcela testigo estos porcentajes se mantuvieron estables durante y después del establecimiento del cultivo, mientras que, en la parcela tratada con materia orgánica, a pesar de que se mantuvo en Franco arenosa (FA), los porcentajes de limos y arcillas aumentaron a 12,09% y 19,33% respectivamente, por ende, el porcentaje de arenas presentó disminución. Esta modificación indica que los suelos se vuelven más permeables, aunque pueden presentar problemas de lixiviación, el aumento del porcentaje de arcillas en el suelo puede generar que a largo plazo las partículas de materia orgánica se adhieran a estas disminuyendo la erosión del suelo, favoreciendo la penetración y retención de agua (L. Castilla & Tirado, 2019).

2.4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E): Para hallar la conductividad eléctrica se utilizó el método del conductímetro en el laboratorio suelos de la universidad Surcolombiana. En esta prueba, se obtuvieron diferencias significativas según el análisis ANOVA con $p\text{-value } 5,36E^{-26} \ll 0,05$ ver ANEXO 19, posteriormente se analizó entre que grupo de datos se presentaron dichas diferencias por medio del LSD FISHER, encontrando que fueron entre T1 – MO1, MO1 - MO2, T2 – T3 y MO1 – MO3, ver ANEXO 20; donde T1 y MO1 representan la parcela en estado inicial, sin haber aplicado ningún tratamiento ni haber establecido el cultivo, T2 es la parcela testigo antes de establecer el cultivo, MO2 hace referencia a la parcela tratada con materia orgánica sin haber establecido el cultivo, T3 es la parcela testigo después de cosechar y MO3 es la parcela tratada con materia orgánica después de cosechar. En la Figura 9 se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio durante los tres muestreos

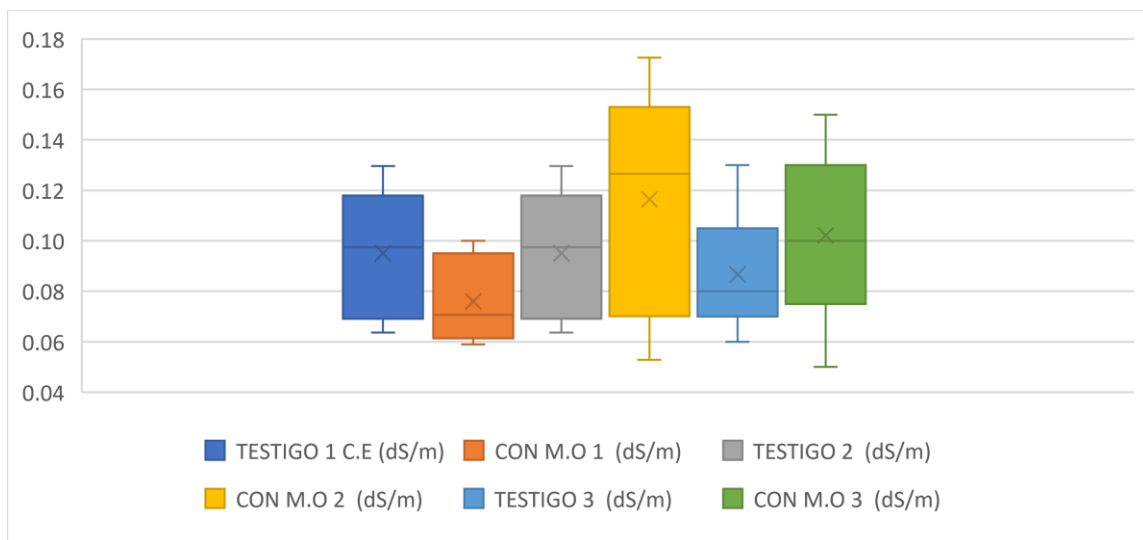


FIGURA 9. Valores de CE en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.4.3 DENSIDAD APARENTE, DENSIDAD REAL Y POROSIDAD: Al aumentar la aplicación de materia orgánica en el suelo, se genera un impacto positivo en las características físicas, aumentando la estabilidad de los agregados, capacidad de retención de agua, la distribución de aire y agua se ven mejoradas, como también la porosidad del suelo (Grand & Michel, 2020). Sin embargo, en esta investigación, no se encontraron diferencias significativas en la densidad real y aparente como se muestra en el análisis ANOVA p- value $0,28 > 0,05$ y $0,5 >> 0,05$, ver ANEXO 21 y 22, respectivamente. Debido a esto tampoco hubo diferencia significativa en la porosidad del suelo ya que según el análisis ANOVA p-value $0,106 > 0,05$ ver ANEXO 23. Estos resultados sugieren que la cantidad de materia orgánica que se incorporó al suelo no fue suficiente para generar los cambios esperados.

2.5 Efecto de la materia orgánica sobre los parámetros químicos del suelo

Según (Soriano, 2020) y (Aviles Contreras, 2019) la materia orgánica a base de gallinaza influye tanto en los parámetros químicos del suelo tales como PH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de macro y micro nutrientes disponibles, como también en la mejora del rendimiento del cultivo. (Alvarez et al., 2008) en su investigación muestran el impacto positivo que genera la materia orgánica a base de gallinaza en el suelo y los parámetros en los que se encontraron dichas mejoras, siendo estos muy similares a los resultados encontrados en esta investigación, donde se observa que, según el análisis estadístico hay diferencia significativa en parámetros como P, Ca, K y N los cuales se desglosaran en un apartado posterior. por otro lado, (Soriano, 2020) afirma que Las sustancias húmicas equilibran el balance de nitrógeno del suelo y gracias a sus numerosos grupos funcionales proporcionan una alta capacidad de cambio; que aumenta la potencialidad para la absorción e intercambio iónico del suelo, y como consecuencia, el poder de retención de macro y microelementos.

2.5.1. PH : El nivel de pH (acidez o alcalinidad del suelo) es un factor que afecta la disponibilidad de prácticamente todos los nutrientes en el suelo (L. Castilla & Tirado, 2019), este parámetro se analizó en el laboratorio de la universidad Surcolombiana por el método de potenciómetro, donde se encontraron diferencias significativas entre la parcela testigo y la tratada con MO, como lo evidencia el ANOVA p-value $5,68E^{-5} << 0,005$ ver ANEXO 24, teniendo que inicialmente la parcela testigo tenía un pH promedio de 6,24 y la parcela a tratar tenía valores promedio de 5,80, tras finalizar la campaña de arroz, la parcela testigo quedó con un pH de 5,77 y la tratada con MO tuvo un pH de 6,03 lo que representa una ligera neutralización del suelo en la parcela tratada y una acidificación de este en la parcela testigo; dichas diferencias se presentaron en los grupos T1-MO1, T1-MO2 y MO1-MO3 según el LSD de Fisher ANEXO 25. En la Figura 10 se observan los valores de pH obtenidos durante los tres tiempos de muestreo. También (Julca-Otiniano et al., 2006) muestra resultados de algunas investigaciones en las cuales presenta el impacto positivo de la aplicación de materia orgánica balanceando el pH del suelo.

2.5.2. AZUFRE (S): En la Figura 11 se observan los valores de S en el suelo durante los tres momentos de muestreo, los cuales se mantuvieron altos (IGAC, 2021) durante toda la campaña de arroz, ya que inicialmente T1 presentó valores promedio de 23,8ppm, MO1 21,61ppm; al incorporar materia orgánica al suelo y sin establecer el cultivo, T2 tuvo valores promedio de S de 25,87ppm, MO2 26,52ppm y tras realizar la cosecha T3 tuvo valores de 15,65 ppm y MO3 de 18,80 ppm lo que representa una diferencia significativa entre tratamientos ya que según el ANOVA p-

value $0,04 < 0,05$, ver ANEXO 26. El LSD de Fisher mostró diferencia entre los grupos MO2-MO3 y T2-T3, ver ANEXO 27, lo que evidencia un consumo de S en las ambas parcelas, siendo mayor en la parcela testigo que en la tratada con materia orgánica. El S es importante para el aprovechamiento del Nitrógeno por la planta, forma parte estructural de las proteínas y constituye los aminoácidos cistina, cisteína y metionina, además forma parte de algunas vitaminas como la tiamina y biotina (L. Castilla & Tirado, 2019).

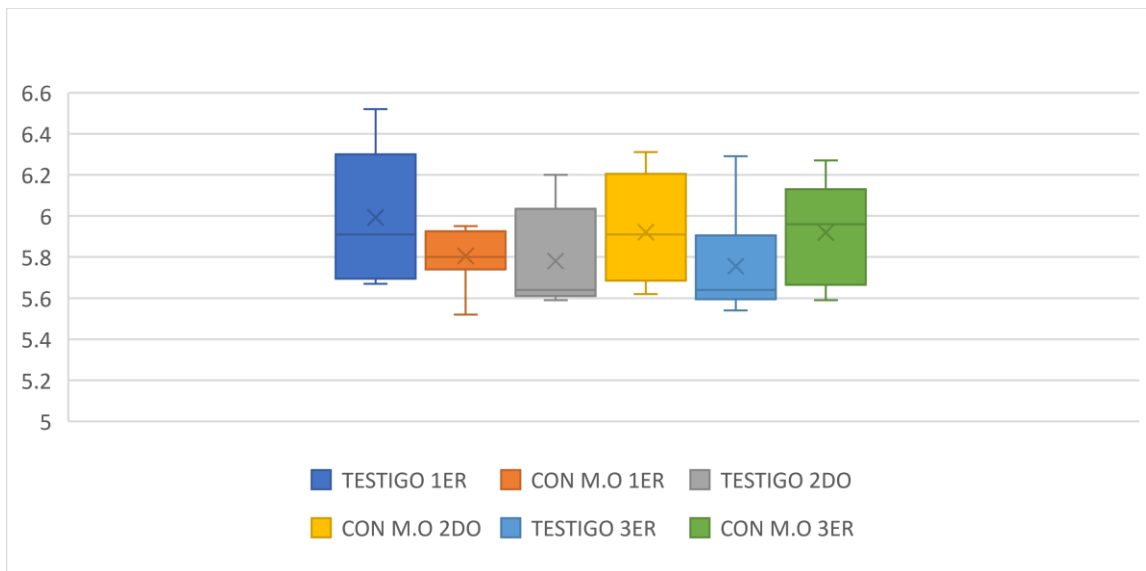


FIGURA 10. Valores de PH en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

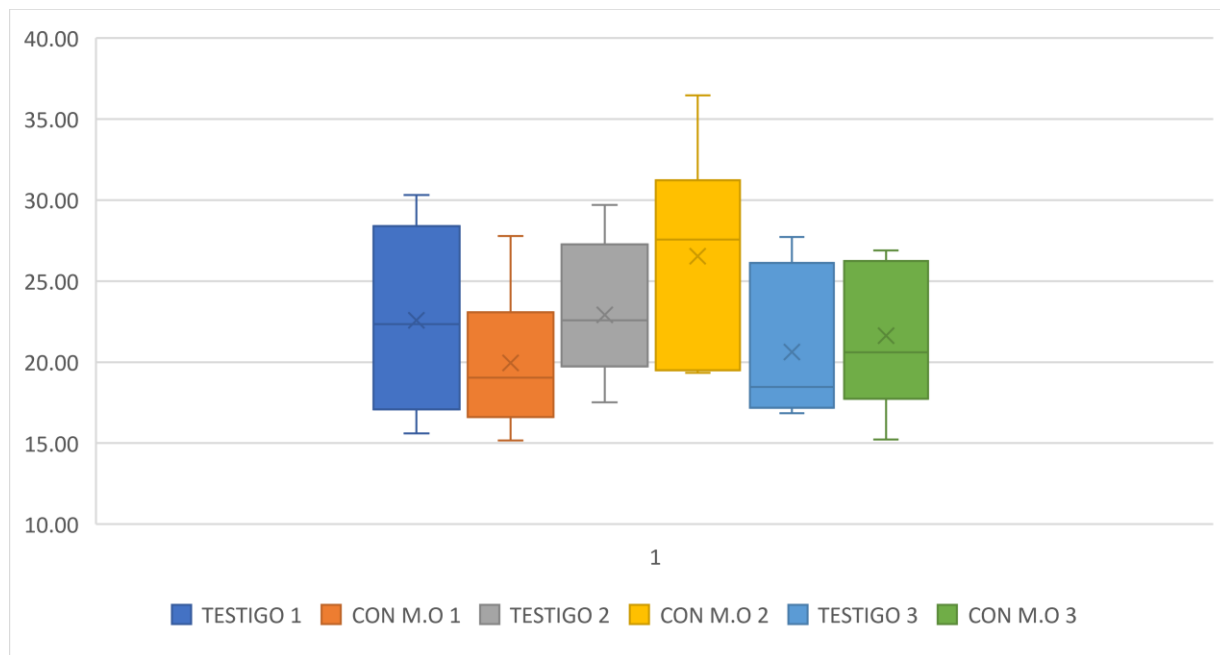


FIGURA 11. Valores de S en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.5.3. FOSFORO (P): (Córdova Oñate, 2011) estableció que después del nitrógeno, el fósforo es el elemento que con mayor frecuencia resulta limitante en los suelos, cumpliendo este un papel importante en el desarrollo de radicular, crecimiento, floración y desarrollo del grano. Al tener un suelo con deficiencia de fósforo el arroz no responde a la aplicación de N y K (L. Castilla & Tirado, 2019). Allí radica la importancia de la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza, ya que esta contiene un alto porcentaje de P.

Este parámetro se analizó por el método de Bray-II modificado, en la Figura 12 se observan los resultados obtenidos tanto para la parcela testigo como para la parcela tratada en los 3 momentos de muestreo, teniendo valores bajos (IGAC, 2021) para T1, MO1, T2 y T3. Estos resultados presentaron diferencia significativa según el ANOVA p-value $7,5E^{-7} \ll 0,05$ ver ANEXO 28. Para apreciar de forma más detallada entre que grupos se presentaron estas diferencias, se realizó el LSD de Fisher ver ANEXO 29 donde se observa que fue entre los grupos MO1-MO2, T1-MO2 y MO1-MO3. Con estos resultados se evidencia el aporte de P que hace la materia orgánica, lo que contribuye en gran medida a estabilizar y fijar los niveles de P en el suelo, además se soportan con lo concluido por (Bravo et al., 2013) en su investigación.

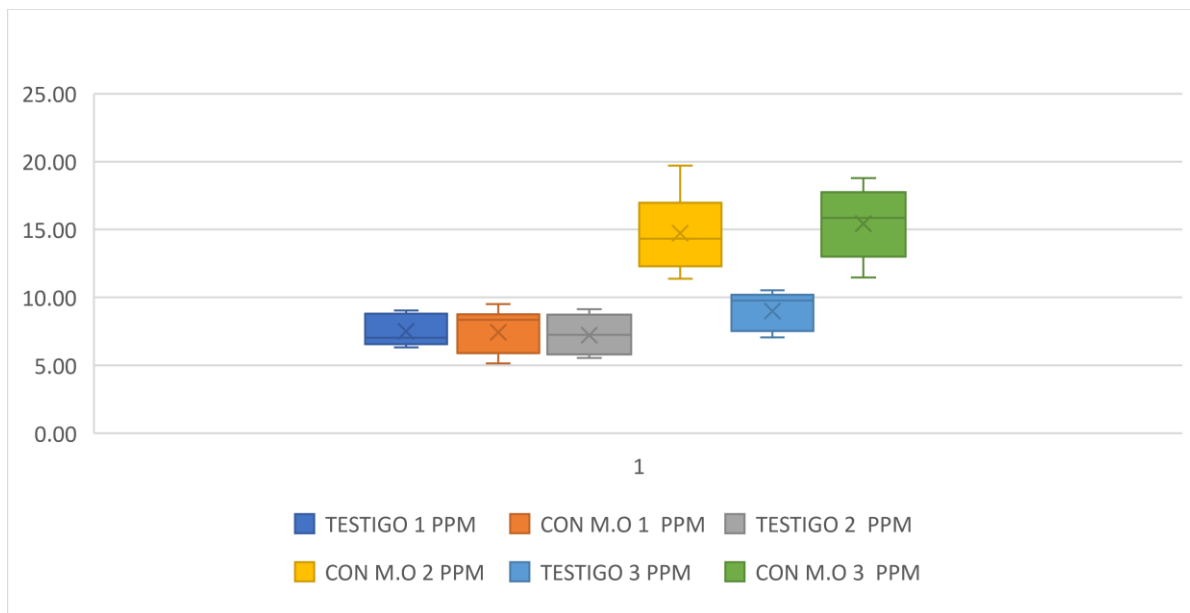


FIGURA 12. Valores de P en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.5.4. NITROGENO (N): El nitrógeno es el nutriente que más influye en los rendimientos del cultivo de arroz, es por esto que se le considera como un factor limitante en la producción de dicho cultivo, lo que hace necesaria la aplicación de materia orgánica al suelo ya que esta contiene valores aproximados del 5% de N, generando un efecto positivo en la producción de arroz (Córdova Oñate, 2011). Dicho esto, al evaluar los resultados obtenidos en el laboratorio y comparándolos con los rangos establecidos por el IGAC para interpretar análisis químicos de suelos, se observa que el suelo del área de estudio presenta valores bajos de N como se muestra en la Figura 13. Sin embargo, al realizar el ANOVA con los datos de los tres muestreos se encontraron diferencias significativas entre la parcela testigo y la tratada con materia orgánica con p-value $4,08E^{-7} \ll 0,05$, ver ANEXO 30. Adicionalmente, se estableció mediante LSD de Fisher que estas diferencias se presentaron entre los grupos MO1-MO2, MO2-MO3, T1-MO2 y MO1-MO3, ver ANEXO 31, lo que lleva a afirmar que la aplicación de materia orgánica en el suelo aumentó los niveles N. (Català et al.,

2011) alcanzaron resultados similares al aplicar materia orgánica a base de gallinaza al cultivo de arroz, favoreciendo las condiciones nutricionales del suelo y la planta.

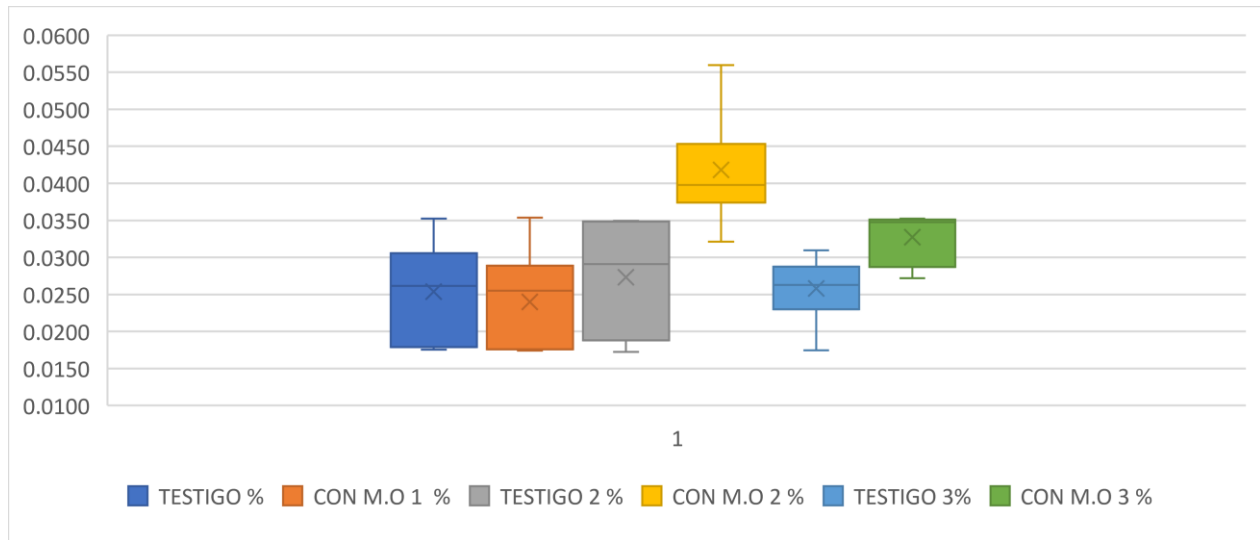


FIGURA 13. Valores de N en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.5.5 POTASIO (K): El potasio está relacionado con procesos muy importantes como la fotosíntesis, respiración, formación de clorofila, metabolismo de carbohidratos y es activador de enzimas necesarias en la síntesis de proteínas (L. Castilla & Tirado, 2019). Como se observa en la Figura 14, en un primer momento, cuando se tomaron las muestras de suelo, este presentaba niveles bajos de K, con valores promedio de 0,157meq/100g para la parcela testigo (T1) y de 0,247meq/100g para la parcela a tratar (MO1), sin embargo, después de incorporar la materia orgánica y antes de establecer el cultivo estos valores siguieron siendo bajos en las parcelas de estudio, teniendo valores promedio en la parcela testigo (T2) de 0,163meq/100g y de 0,266meq/100 para la parcela tratada con materia orgánica (MO2). Finalmente, después de la campaña de arroz, el suelo presentó valores de K de 0,157meq/100g para T3 y de 0,256meq/100g para MO3; esto representa diferencias significativas según el ANOVA encontrado en el ANEXO 32 donde $p\text{-value } 1,26E^{-10} \ll 0,05$. Posteriormente se realizó el LSD de Fisher para identificar y cuantificar entre que grupo de datos se presentaron estas diferencias, teniendo que fueron entre T1-MO1 y T1-MO2, ver ANEXO 33, lo que indica que los valores de K en el suelo presentaban diferencias desde el momento inicial, esto nos lleva a que aunque (Trinidad santos & Velasco Velasco, 2016) afirman que la materia orgánica es la fuente que contiene la reserva de nitrógeno para la nutrición vegetal y la aplicación de esta proporciona fósforo, potasio y azufre al suelo, en esta investigación no se obtuvieron estos resultados para K pero si para los demás elementos en cuestión.

2.5.6 ELEMENTOS MENORES: Los micronutrientes o también llamados elementos menores (Cu,Mn,Zn,Fe) son esenciales para que las plantas realicen sus funciones fisiológicas y metabólicas, también influyen en el crecimiento de brotes nuevos y en la fijación de nitrógeno atmosférico (L. A. Castilla & Tirado, 2019), debido a esta importancia se evaluaron cada uno de estos elementos en el laboratorio, donde se obtuvo como resultado un suelo alto en Manganeso, contenido de Zinc optimo, bajo en Cobre y Medio en Hierro, según los rangos establecidos por el IGAC para interpretar análisis químicos de suelo; al realizar el ANOVA mostro que no se presentaron diferencias significativas en Manganeso, Zinc y Cobre, ver ANEXO 34,35 y 36

respectivamente, pero para el caso del Hierro el ANOVA evidencio que si existieron diferencias significativas $p\text{-value } 0,0015 < 0,05$, ver ANEXO 37. Para determinar entre que grupos se dio estas diferencias, se realizo LSD Fischer el cual indica que entre T1-MO1 y T1-MO2 se presentaron diferencias significativas, en la Figura 15 se observa los resultados de Hierro en el suelo el cual su comportamiento fue que desde un inicio en la parcela testigo contenia un poco más de Hierro que en la parcela tratada.

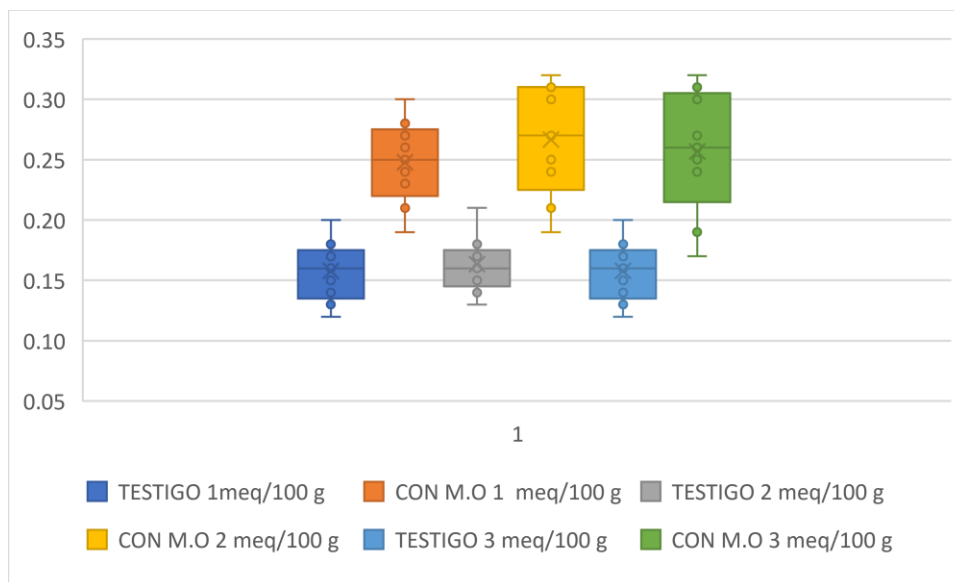


FIGURA 14. Valores de K en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores

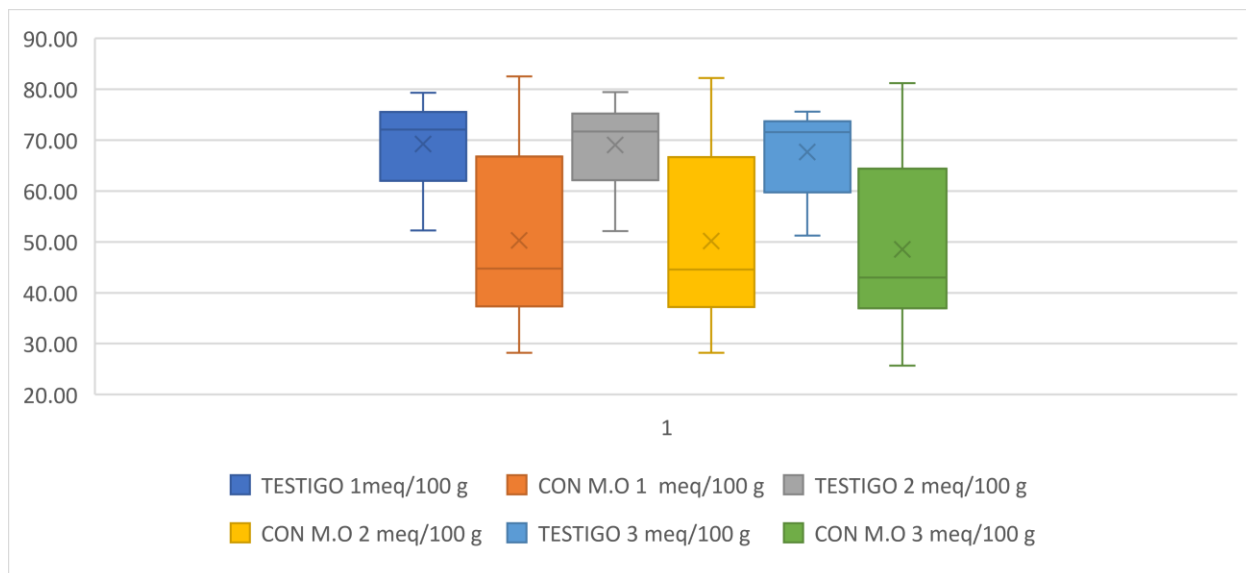


FIGURA 15. Valores de Fe en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores

2.5.7 CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC): Según (Grand & Michel, 2020) al aplicar materia orgánica al suelo, se produce un incremento en la capacidad de intercambio catiónico provocando un mejoramiento en la disponibilidad de nutrientes, lo cual beneficia a las plantas. La Figura 16, muestra los resultados de CIC obtenidos durante los tres muestreos, los

cuales fueron bajos antes, durante y después de la campaña de arroz. Sin embargo, en la parcela tratada con materia orgánica se evidencio un aumento en esta propiedad después de realizar la incorporación de materia orgánica al suelo, lo cual representa diferencia significativa entre los tratamientos según el ANOVA que se encuentra en el ANEXO 39 con $p\text{-value } 0,0016 < 0,05$. Seguidamente se realizó el LSD Fisher identificando que entre MO1-MO2, MO2-MO3 y T1-MO2 se presentaron dichas diferencias, ver ANEXO 40.

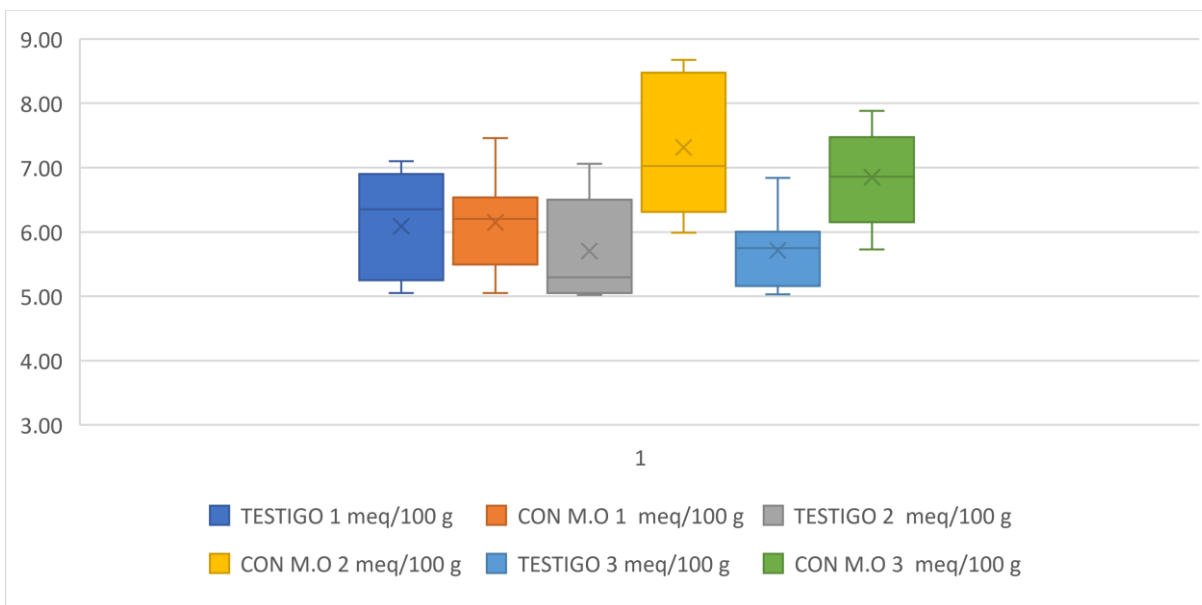


FIGURA 16. Valores de CIC en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.5.8 ELEMENTOS SECUNDARIOS, CALCIO Y MAGNESIO (Ca, Mg): Para el caso del calcio y magnesio que pertenecen al grupo de macronutrientes para el desarrollo de las plantas, se encontró que estos estaban presentes en niveles medios en el suelo, estos resultados fueron similares durante toda la campaña de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, y al realizar el ANOVA de cada uno de ellos se encontró que no hay diferencia significativa ya que $p\text{-value } 0,799 > 0,05$ y $p\text{-value } 0,99 > 0,05$, ver ANEXO 41 Y 42 respectivamente.

2.5.9 CARBONO ORGÁNICO (Co): La materia orgánica a base de gallinaza aporta un gran contenido de P, N y K, pero además de estos cuenta con un alto contenido de carbono orgánico el cual es uno de los nutrientes esenciales para las plantas (Garro, 2016); en la Figura 18 se observa que antes de realizar cualquier tratamiento, el suelo en su totalidad presentaba valores muy bajos de Co, posterior a la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza se observa un aumento en el contenido de este elemento, aunque dicho aumento no es suficiente para considerarlo como alto en el suelo, si presenta diferencia significativa según el ANOVA mostrado en el ANEXO 43 con $p\text{-value } 7,83E^{-7} < 0,05$. Adicionalmente, en el LSD de Fisher que se encuentra en el ANEXO 44 se observa que se presentaron diferencias significativas entre los grupos MO1-MO2, MO2-MO3, T1-MO2 y MO1-MO3 con lo cual se afirma que al aplicar materia orgánica al suelo, aumenta el Co en este; además, aunque tras la finalización de la campaña hubo un leve consumo de Co en la parcela tratada con materia orgánica esta presentó valores finales de Co mayores a los que contenía inicialmente el suelo, mientras que en la parcela testigo los valores promedio de Co se mantuvieron estables.

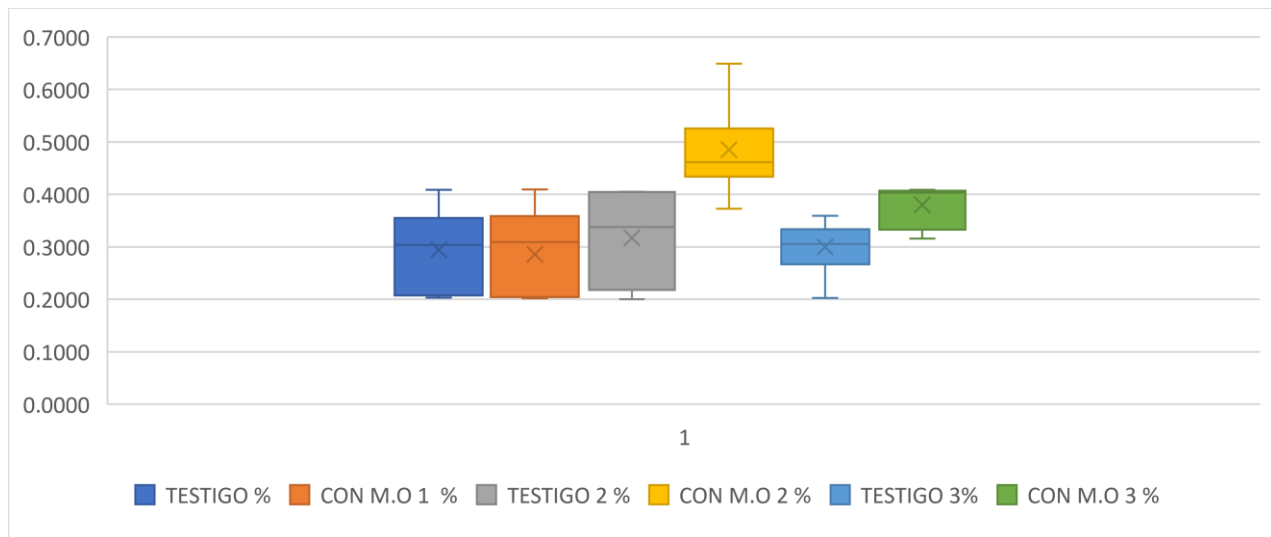


FIGURA 18. Valores de Co en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

2.5.10 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (MO): Según (L. A. Castilla & Tirado, 2019) La materia orgánica es considerada la llave de la fertilidad del suelo, ya que ella no solo proporciona nutrientes, sino que también favorece las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. La figura 19 muestra los valores en porcentaje de MO que contiene el suelo; se evidencia que inicialmente el suelo tenía valores promedio de 0,5% en la parcela testigo (T1) y de 0,48 en la parcela que se iba a tratar (MO1). Tras la aplicación de la materia orgánica estos valores aumentaron en la parcela tratada (MO2) llegando a un promedio de 0,83% mientras que la testigo (T2) se mantuvo en 0,54%. Finalmente, después de cosechar hubo un consumo de materia orgánica quedando la parcela testigo (T3) con valores promedio de 0,51% y la tratada (MO3) con 0,65%. Según el ANOVA encontrado en el ANEXO 45 se determinó que hubo diferencia significativa entre los tratamientos ya que $p\text{-value } 4,08E^{-7} \ll 0,005$. Al realizar el LSD de Fisher se encontró que estas diferencias se presentaron entre los grupos MO1-MO2, MO2-MO3, T1-MO2 y MO1-MO3 ver ANEXO 46.

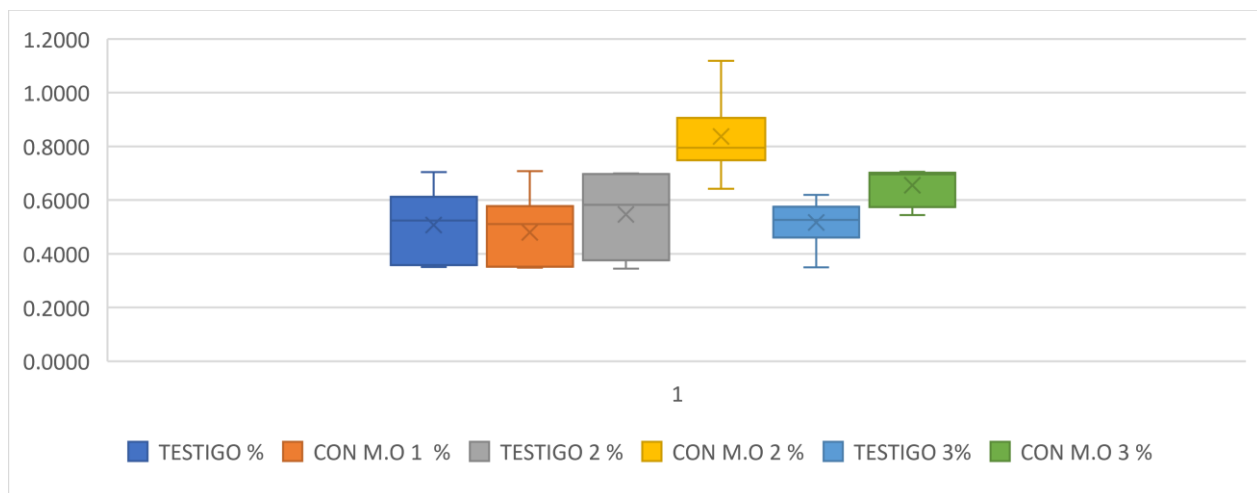


FIGURA 19. Valores de M.O en el suelo durante los tres muestreos. Fuente: Los autores.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demuestran que la aplicación de materia orgánica a base de gallinaza tuvo un impacto positivo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que a su vez representó un aumento significativo en el rendimiento y la calidad del grano, ya que la disminución del porcentaje de granos vanos en la parcela tratada con materia orgánica sugiere una mayor eficiencia en la formación y llenado de los granos, lo cual se interpreta como un producto de mayor calidad comercial. Este resultado es de gran importancia para los productores, ya que pueden obtener mejores precios en el mercado.

La aplicación de materia orgánica también incrementó significativamente el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo, lo que mejora la fertilidad y la capacidad de retención de nutrientes. Además, se observó una tendencia a la neutralización del pH, lo cual favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

REFERENCIAS

- Alvarado Aguayo, A., Mosquera Cadena, D., & Rosero Avilés, W. (2017). Efectos del aporte integral orgánico de nutrientes en pre-siembra en comparación con fertilización química post-siembra en arroz (*Oriza sativa*). *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 10(30), 1–12.
- Alvarez Herrera, J. G., Daza Torres, M. C., & Mendoza Forero, C. (2008). Aplicación de un fertilizante enriquecido con Silicio y materia orgánica en arroz (*Oriza sativa* L.) cultivado en Ibagué y El Guamo (Tolima, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(2), 4605–4617.
- Alvarez, J., Daza, M., & Mendoza, C. (2008). APLICACIÓN DE UN FERTILIZANTE ENRIQUECIDO CON SILICIO Y MATERIA ORGÁNICA EN ARROZ (*Oryza sativa* L.) CULTIVADO EN IBAGUÉ Y EL GUAMO (TOLIMA, COLOMBIA). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(2), 4605–4617.
- Arias-Badilla, J. G., Esquivel-Segura, E. A., & Campos-Rodríguez, R. (2020). Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 33, 13–24. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4363>
- Aviles Contreras, O. M. (2019). *Comportamiento agronómico del Cultivo de Arroz (Oryza Sativa.) a la aplicación de programas combinados de fertilización química y materia orgánica, en Babahoyo, Los Ríos* [Universidad Tecnica De Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3447>
- Bravo, I., Montoya, J. C., & Menjivar, J. C. (2013). Retención y disponibilidad de fósforo asociado a la materia orgánica en un typic melanudands del departamento del cauca, Colombia. *Acta Agronomica*, 62(3), 261–267.
- Castilla, L. A., & Tirado, Y. C. (2019). *Guía para la fertilización en el cultivo del arroz*.
- Castilla, L., & Tirado, Y. (2019). *Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz*.

- Català, M., Pla, E., Martínez, M., Forés, V., & Tomás, N. (2011). Fertilización del arroz con gallinaza, una alternativa en alza. *Agricultura*, 276–279. <http://www.recercat.cat/handle/2072/196303>
- Córdova Oñate, M. J. (2011). *Efecto de dos fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización química del cultivo de arroz (oryza sativa), variedad f- 21 en la zona de Babahoyo provincia de Los Ríos*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, & Federación Nacional de Arroceros de Colombia. (2021). Boletín Técnico Segundo semestre 2020. In *Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM)*. <https://bit.ly/3yqKXos>
- Franquet, J., & Borràs, C. (2004). *Varietades y mejora del arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Internacional de Cataluña.
- Gamboa, M. (2019). *Aplicación de programas de fertilización en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), bajo condiciones de riego, en la zona de Pimocha, Los Ríos*. [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6140>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. INTA - Sector Agro Alimentario. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Grand, A., & Michel, V. (2020). Materia Orgánica del Suelo. *Best4Soil*, 1–3. <https://best4soil.eu/videos/18/es>
- Gutierrez Mendoza, H. A. (2023). *Incidencia de la variación del precio de los insumos agrícolas en la producción de arroz en Colombia entre los años 2021-2022* [Universidad Libre Seccional Cúcuta]. <https://hdl.handle.net/10901/24905>
- IGAC. (2021). Descripción y muestreo de suelos. *Instituto Geografico Agustin Codazzi, I(IN-GAG-PC05-05)*, 1–76. <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS SGI 2021/GAG/PC-GAG-05/IN-GAG-PC05-05 Descripción y muestreo de suelos.pdf>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La Materia Orgánica, Importancia Y Experiencia De Su Uso En La Agricultura. *Idesia*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>
- Li, T., Ali, J., Marcaida, M., Angeles, O., Franje, N. J., Revilla, J. E., Manalo, E., Redoña, E., Xu, J., & Li, Z. (2016). Combining limited multiple environment trials data with crop modeling to identify widely adaptable rice varieties. *PLoS ONE*, 11(10), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164456>
- Loor Zambrano, L. M., & Proaño Cantos, V. L. (2022). *Efectividad de la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en la zona de Santa Teresa - Charapotó*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- López Bejarano, J. M. (2020). *Los cultivos con mayor número de hectáreas se concentran en el café, palma y arroz*. Agronegocios. [https://www.agronegocios.co/agricultura/los-cultivos-con-mayor-numero-de-hectareas-se-concentran-en-el-cafe-palma-y-arroz-3033622#:~:text=De ese grupo%2C los cultivos,hectáreas respectivamente \(ver gráfico\)](https://www.agronegocios.co/agricultura/los-cultivos-con-mayor-numero-de-hectareas-se-concentran-en-el-cafe-palma-y-arroz-3033622#:~:text=De ese grupo%2C los cultivos,hectáreas respectivamente (ver gráfico)).
- Montenegro Preciado, D. A. (2017). *Sector arrocer: Análisis de su panorama en la crisis*

agrícola colombiana [Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/09aa824d-728d-4e96-9a64-589902e8226b/content>

- Olaya Amaya, D. F. (2008). Variabilidad espacial para la adecuación de tierras con riego superficial en la granja “La Universidad”, distrito Juncal – Municipio de Palermo. *Ingeniería & Región*, 5, 107–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.25054/22161325.830>
- Pinzón Garzón, J. M. (2022). *Alcance de las medidas jurídicas de protección al productor de arroz en Colombia* [Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/09aa824d-728d-4e96-9a64-589902e8226b/content>
- Reyes, J., Pérez, M., Sariol, D., Enríquez, E., Bermeo, C., & Llerena, L. (2019). Respuesta agroproductiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 46(3), 39–48.
- Rosado Moran, Y. O. (2020). *Uso de la fertilización orgánica edáfica en el cultivo del arroz (Oriza Sativa) en el Ecuador* [Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8496>
- Serrato Rivera, D. M., & Trujillo Valencia, V. (2024). *Evaluación del rendimiento del cultivo de arroz, mediante 2 métodos de fertilización y 2 densidades*. Eliva Press.
<https://www.amazon.com/dp/9999314899>
- Simbaña Quishpi, A. A. (2020). *Complemento de tres abonos orgánicos en el cultivo de arroz (Oryza sativa . L) variedad ‘Iniap FL. 1480 Cristalina’ Naranjal- Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Soriano, M. (2020). *Efectos de la materia orgánica sobre el suelo* (Vol. 1).
- Soto-Gómez, D., & Pérez-Rodríguez, P. (2022). Sustainable agriculture through perennial grains: Wheat, rice, maize, and other species. A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 325, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107747>
- Torrente Trujillo, A., Calderón Manchola, L. V., & Joven Santofimio, E. M. (2020). Metales En Suelos Productores De Arroz Del Distrito Juncal, Huila – Colombia. *Suelos Ecuatoriales*, 50(1y2), 1–12. [https://doi.org/10.47864/se\(50\)2020p1-12_121](https://doi.org/10.47864/se(50)2020p1-12_121)
- Torres Gómez, A. (2004). *Evaluación y seguimiento de la acción del abono orgánico gallinaza en un suelo cultivado del municipio de Sasaima Cundinamarca* [Universidad de La Salle].
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1586
- Torres Vera, W. L. (2023). *Caracterización la cadena de valor agroalimentaria del arroz (Oryza sativa) como uno de los principales rubros en la economía ecuatoriana* [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/36867/1/T-ESPESD-003324.pdf>
- Trinidad santos, A., & Velasco Velasco, J. (2016). Importancia de la Materia Orgánica en el Suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52–58.
- Zambrano Ochoa Daira Yomira. (2019). *Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos*

comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

ANEXOS



FICHA TÉCNICA
GALLINAZA COMPOSTADA
Página 1 de 3

FICHA TÉCNICA GALLINAZA COMPOSTADA

1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| ASPECTO | SÓLIDO |
| COLOR | MARRÓN |
| OLOR | INTENSIDAD MEDIA |
| IGNICIÓN | INCOMBUSTIBLE |
| INFLAMABILIDAD | NO INFLAMABLE |
| EXPLOSIVIDAD | NO EXPLOSIVO |
| HUMEDAD | 18% |
| DENSIDAD | 0.409 g/cm ³ |
| CAP. INTERCAMBIO CATIONICO | 57.1 meq/100g |
| CAP. DE RETENCIÓN HUMEDAD | 253% |

2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

| | |
|--|------------|
| pH | 7.6 |
| CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA | 9.61 dS/m |
| CENIZAS | 24.5% |
| CARBONO ORGÁNICO OXIDABLE TOTAL COOx | 21.1% |
| RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO | 13 |
| NITRÓGENO TOTAL | 2.67% |
| FÓSFORO TOTAL (P ₂ O ₅) | 374% |
| POTASIO TOTAL (K ₂ O) | 2.19% |
| CALCIO TOTAL (CaO) | 9% |
| MAGNESIO TOTAL (MgO) | 0.757% |
| AZUFRE TOTAL (S) | 2.450% |
| HIERRO TOTAL (Fe) | 599 mg/kg |
| MANGANESO TOTAL (Mn) | 323 mg/kg |
| COBRE TOTAL (Cu) | 41.8 mg/kg |
| ZINC TOTAL (Zn) | 250 mg/kg |
| BORO TOTAL (B) | 34.8 mg/kg |
| SODIO TOTAL (Na) | 0.276% |
| SILICIO (Soluble en HF) (SiO ₂) | 4.03% |
| RESIDUO INSOLUBLES EN ÁCIDO | 4.38% |

ventas@abonosbiormin.com  www.abonosbiormin.com  304 3961488

ANEXO 1. Ficha técnica Gallinaza Compostada. Fuente: Abonos BIORMIN.

Variedad **68** FL Fedearroz

SIEMBRA Para siembra en surco entre 100 – 150 kg/ha de semilla certificada. Para siembra al voleo entre 160- 180 kg/ha de semilla certificada.

CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD

Vigor: crecimiento inicial rápido, el cual está ligado a una adecuada preabonada y un manejo temprano de malezas.

Macollamiento: intermedio. Usar densidades bajas de semilla en lotes bajos y en lotes altos evitar densidades mayores a 180 kg/ha. Realizar preabonamientos y evitar retrasos en la fertilización.

SUSCEPTIBILIDAD A HERBICIDAS No presenta susceptibilidad en particular. Deben evitarse aplicaciones de herbicidas después de los 30 días después de emergencia.

SANIDAD

- Tolerante a *Pyricularia grisea* y Virus de Hoja Blanca.
- Susceptible a *Rhizoctonia solani*

Bajo las condiciones de manejo recomendadas no se presentan problemas fitosanitarios; no obstante, esta condición debe revisarse durante el ciclo del cultivo de acuerdo al monitoreo sanitario.

NUTRICIÓN Es necesario ajustar las siguientes recomendaciones de fertilización a cada lote y al resultado del análisis de suelos.

Nitrógeno (N): debido a la precocidad se recomienda manejar la nutrición de acuerdo a las etapas de desarrollo. Los abonamientos se deben hacer más temprano.

| % Dosis total | Rangos de aplicación | Días después de emerg. |
|---------------|-------------------------------------|------------------------|
| 5 | Preabonamiento | 0 |
| 20 | Inicio de macollamiento | 12-15 |
| 30 | Pleno macollamiento | 24-26 |
| 25 | Antes de inicio de primordio floral | 34-36 |
| 20 | Inicio de embuchamiento | 50-55 |

Fósforo (F): aplicación recomendada en pre-siembra incorporada especialmente en riego. En secano aplicar con una distribución de 50% en pre-siembra y 50% al inicio de macollamiento.

Potasio (P): fraccionar con el nitrógeno desde la pre-siembra.

Elementos menores y secundarios: los micronutrientes, Ca, Mg y S aplicarlos de acuerdo al análisis de suelos. Elementos menores incorporarlos al momento de la siembra, y los secundarios fraccionados en la fase vegetativa. El plan de fertilización debe estar basado en el análisis de suelo y en la oferta ambiental.

COSECHA Resistente a retraso de cosecha. Rango óptimo de cosecha entre 22 – 24%.

OFERTA AMBIENTAL La expresión de las etapas de desarrollo puede cambiar en la época húmeda (abril-octubre) y época seca (noviembre-marzo) en los Llanos Orientales. La presencia de aristas en el grano puede incrementar bajo condiciones de altas temperaturas.

REGISTRO PRODUCTOR ICA
No. 1420 del 6/04/2009
Titular del Registro: FEDEARROZ



No apta para consumo humano o animal
Tratada con VENENO



| FERTILIZACION | FECHA DE APLICACIÓN | PRODUCTOS RECOMENDADOS | DOSIS (1Ha) |
|---------------|---------------------|---|--|
| 1 | 21/01/2022 | - Urea granulada 46-0-0 "CIAMSA AGRICOLA" (50 kg) - Olafos – S "Fosfatos del Huila" (50 kg) - Agrimins Granulado 8-5-0-6 (Mg) "COLINAGRO" (46kg) | 2 bultos 1 bulto 1 bulto |
| 2 | 07/02/2022 | - Urea granulada 46-0-0 "CIAMSA AGRICOLA" (50 kg) - Olafos – S "Fosfatos del Huila" (50 kg) - KCL Granulado 0-0-60 (50kg) | 2 bultos 1 bulto 1 ½ bulto |
| 3 | 22/02/2022 | - Sulfato de amonio 21-0-0-24 (S) "SAM" (50 kg) - DAP 18-46-0 (50 kg) - KCL Granulado 0-0-60 (50kg) - Sulcamag (50 kg) | 1 bulto 2 bultos 2 bultos 1 bulto |
| 4 | 10/03/2022 | - Urea granulada 46-0-0 "CIAMSA AGRICOLA" (50 kg) - Sulfato de amonio 21-0-0-24 (S) "SAM" (50 kg) - KCL Granulado 0-0-60 (50kg) | 2 bultos 1 bulto 3 bultos |

ANEXO 3. Cronograma de fertilización del cultivo. Fuente: Los Autores

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|------|------------|------------|
| Columna 1 | 9 | 3112 | 345.777778 | 2372.44444 |
| Columna 2 | 9 | 3796 | 421.777778 | 1584.44444 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 25992 | 1 | 25992 | 13.1375941 | 0.0022778 | 4.49399848 |
| Dentro de los grupos | 31655.1111 | 16 | 1978.44444 | | | |
| Total | 57647.1111 | 17 | | | | |

ANEXO 4. ANOVA Plantas germinadas m². Fuente: Los autores

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|--------|------------|-----------|
| Columna 1 | 27 | 1124.4 | 41.6444444 | 2.4971795 |
| Columna 2 | 27 | 1176.2 | 43.562963 | 5.9178063 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-----------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 49.6896296 | 1 | 49.6896296 | 11.809795 | 0.00116668 | 4.0266314 |
| Dentro de los grupos | 218.78963 | 52 | 4.20749288 | | | |
| Total | 268.479259 | 53 | | | | |

ANEXO 5. ANOVA altura de plantas en etapa de máximo macollamiento. Fuente: Los autores

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 27 | 1427.1 | 52.8555556 | 20.977179 |
| Columna 2 | 27 | 1492.2 | 55.2666667 | 14.565385 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 78.4816667 | 1 | 78.4816667 | 4.4162074 | 0.04046257 | 4.0266314 |
| Dentro de los grupos | 924.106667 | 52 | 17.7712821 | | | |
| Total | 1002.58833 | 53 | | | | |

ANEXO 6. ANOVA altura de plantas en etapa de máximo embuchamiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 27 | 1858.2 | 68.8222222 | 7.8679487 |
| Columna 2 | 27 | 2032 | 75.2592593 | 32.270199 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 559.378519 | 1 | 559.378519 | 27.872662 | 2.572E-06 | 4.0266314 |
| Dentro de los grupos | 1043.59185 | 52 | 20.0690741 | | | |
| Total | 1602.97037 | 53 | | | | |

ANEXO 7. ANOVA altura de plantas en etapa de floración. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 27 | 781.1 | 28.9296296 | 3.0944729 |
| Columna 2 | 27 | 792.9 | 29.3666667 | 17.314615 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 2.57851852 | 1 | 2.57851852 | 0.2526834 | 0.61731431 | 4.0266314 |
| Dentro de los grupos | 530.636296 | 52 | 10.2045442 | | | |
| Total | 533.214815 | 53 | | | | |

ANEXO 8. ANOVA altura de plantas en etapa inicial de crecimiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 3 | 4595.11111 | 1531.7037 | 490.688615 |
| Columna 2 | 3 | 6114.37037 | 2038.12346 | 30900.6822 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 384691.449 | 1 | 384691.449 | 24.5093756 | 0.00775736 | 7.708647422 |
| Dentro de los grupos | 62782.7417 | 4 | 15695.6854 | | | |
| Total | 447474.191 | 5 | | | | |

ANEXO 9. ANOVA macollas por m² todas las etapas fenológicas. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 13556 | 1506,22222 | 163868,444 |
| Columna 2 | 9 | 16518,6667 | 1835,40741 | 220467,16 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 487632,988 | 1 | 487632,988 | 2,53753741 | 0,13072914 | 4,49399848 |
| Dentro de los grupos | 3074684,84 | 16 | 192167,802 | | | |
| Total | 3562317,83 | 17 | | | | |

ANEXO 10. ANOVA macollas por m² etapa inicial de crecimiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 13917,3333 | 1546,37037 | 98557,679 |
| Columna 2 | 9 | 19336 | 2148,44444 | 120064,444 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1631219,36 | 1 | 1631219,36 | 14,9227291 | 0,00137708 | 4,49399848 |
| Dentro de los grupos | 1748976,99 | 16 | 109311,062 | | | |
| Total | 3380196,35 | 17 | | | | |

ANEXO 11. ANOVA macollas por m² etapa máximo macollamiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 13882,6667 | 1542,51852 | 145529,086 |
| Columna 2 | 9 | 19174,6667 | 2130,51852 | 124993,086 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1555848 | 1 | 1555848 | 11,5025544 | 0,00372608 | 4,49399848 |
| Dentro de los grupos | 2164177,38 | 16 | 135261,086 | | | |
| Total | 3720025,38 | 17 | | | | |

ANEXO 12. ANOVA macollas por m² etapa máximo embuchamiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 10152 | 1128 | 15916 |
| Columna 2 | 9 | 16572 | 1841,33333 | 125256 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 2289800 | 1 | 2289800 | 32,4398606 | 3,31319E-05 | 4,49399848 |
| Dentro de los grupos | 1129376 | 16 | 70586 | | | |
| Total | 3419176 | 17 | | | | |

ANEXO 13. ANOVA cantidad de panícula por m². Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 90 | 1699,6 | 18,8844444 | 13,3253733 |
| Columna 2 | 90 | 2036,9 | 22,6322222 | 10,5224332 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 632,062722 | 1 | 632,062722 | 53,0080385 | 1,02937E-11 | 3,89423213 |
| Dentro de los grupos | 2122,45478 | 178 | 11,9239032 | | | |
| Total | 2754,5175 | 179 | | | | |

ANEXO 14. ANOVA longitud de panícula. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 311.5937 | 34.62152222 | 2.700978304 |
| Columna 2 | 9 | 316.107 | 35.123 | 2.191905 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1.131659827 | 1 | 1.131659827 | 0.462573806 | 0.506146243 | 4.493998478 |
| Dentro de los grupos | 39.14306644 | 16 | 2.446441652 | | | |
| Total | 40.27472626 | 17 | | | | |

ANEXO 15. ANOVA peso de los 1000 granos. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 80200.228 | 8911.136444 | 7608.434034 |
| Columna 2 | 9 | 85936.32 | 9548.48 | 13127.5472 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1827930.635 | 1 | 1827930.635 | 176.3051977 | 4.68627E-10 | 4.493998478 |
| Dentro de los grupos | 165887.8499 | 16 | 10367.99062 | | | |
| Total | 1993818.485 | 17 | | | | |

ANEXO 16. ANOVA estimativo de cosecha por tratamiento. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 15.7950048 | 1.75500053 | 0.01885686 |
| Columna 2 | 9 | 12.1219442 | 1.34688269 | 0.01506046 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------|-----------------|----|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Entre grupos | 0.74952078 7 | 1 | 0.74952078 7 | 44.1969208 5 | 5.59989E-06 | 4.49399847 8 |
| Dentro de los grupos | 0.27133864 4 | 16 | 0.01695866 5 | | | |
| Total | 1.02085943 2 | 17 | | | | |

ANEXO 17. ANOVA peso de los 1000 granos vanos. Fuente: Los autores.

| TRATAMIENTO | MUESTREO | % TOTAL DE ARENAS | % TOTAL DE ARCILLA | % TOTAL DE LIMOS | TEXTURA |
|---------------|----------|-------------------|--------------------|------------------|---------|
| TESTIGO | 1 | 68.8 | 17.16 | 14.04 | FA |
| TRATAMIENTO 1 | 1 | 74.5 | 16.42 | 9.08 | FA |
| TESTIGO | 2 | 77.8 | 12.15 | 10.05 | FA |
| TRATAMIENTO 1 | 2 | 68.36 | 16.3 | 15.35 | FA |
| TESTIGO | 3 | 81.21 | 10.65 | 8.14 | FA |
| TRATAMIENTO 1 | 3 | 68.58 | 12.09 | 19.33 | FA |

ANEXO 18. Cuadro textura Bouyoucos. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|--------|--------|--------|------------|------------|
| T1 | 9 | 1.01 | 0.11222222 | 0.00342325 |
| MO1 | 9 | 0.5564 | 0.06182222 | 5.2572E-05 |
| T2 | 9 | 1.01 | 0.11222222 | 0.00342325 |
| MO2 | 9 | 1.0474 | 0.11637778 | 0.00182477 |
| T3 | 9 | 3.856 | 0.42844444 | 0.00215703 |
| MO3 | 9 | 3.852 | 0.428 | 0.0020765 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 1.30576139 | 5 | 0.26115228 | 120.928414 | 5.3653E-26 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 0.10365892 | 48 | 0.00215956 | | | |
| Total | 1.40942031 | 53 | | | | |

ANEXO 19. ANOVA C.E. Fuente: Los autores.

| GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|---------|-----------------|-----------|------------------|
| T1-M.O1 | 0.44 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |
| MO1-MO2 | 0.06 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| MO2-MO3 | 0.17333333 3 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| T1-MO2 | 0.38 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |

| | |
|--------------------|----------------|
| Grados de libertad | 48 |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 |
| CM error | 0.0470953 7 |
| N= | 9 |

| | | | | | |
|-----|-----------|---------|-----------------|-----------|------------------|
| LSD | 0.2056878 | T2-T3 | 0.02444444 4 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.23333333 3 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|------------|---------|-------------|------------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.0504 | 0.04404556 | SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.054555556 | 0.04404556 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 0.00215956 | MO2-MO3 | 0.311622222 | 0.04404556 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.004155556 | 0.04404556 | NO SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.04404556 | T2-T3 | 0.316222222 | 0.04404556 | SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.366177778 | 0.04404556 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 20. LSD FISHER C.E Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|
| Columna 1 | 9 | 23.29880087 | 2.588755652 | 0.011402134 |
| Columna 2 | 9 | 23.95426121 | 2.661584579 | 0.008856184 |
| Columna 3 | 9 | 23.76 | 2.64 | 0.00265 |
| Columna 4 | 9 | 23.87 | 2.652222222 | 0.002544444 |
| Columna 5 | 9 | 23.94880913 | 2.660978792 | 0.002384453 |
| Columna 6 | 9 | 23.74730564 | 2.638589516 | 0.002951244 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 0.033143422 | 5 | 0.006628684 | 1.291786211 | 0.283109016 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 0.246307667 | 48 | 0.00513141 | | | |
| Total | 0.279451089 | 53 | | | | |

ANEXO 21. ANOVA 19 Densidad real. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|
| Columna 1 | 9 | 14.73348098 | 1.637053442 | 0.006438771 |
| Columna 2 | 9 | 15.14346215 | 1.682606905 | 0.001939068 |
| Columna 3 | 9 | 15.27 | 1.696666667 | 0.00775 |
| Columna 4 | 9 | 15.18963584 | 1.687737316 | 0.003656007 |
| Columna 5 | 9 | 15.06732567 | 1.674147297 | 0.00648691 |
| Columna 6 | 9 | 15.23149484 | 1.692388315 | 0.002723249 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.021256599 | 5 | 0.00425132 | 0.879765239 | 0.501873067 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 0.231952045 | 48 | 0.004832334 | | | |
| Total | 0.253208644 | 53 | | | | |

ANEXO 22. ANOVA Densidad aparente. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 300.278675 | 33.36429723 | 9.375964775 |
| Columna 2 | 9 | 314.5247241 | 34.94719157 | 7.399016481 |
| Columna 3 | 9 | 321.4046314 | 35.71162571 | 12.81512905 |
| Columna 4 | 9 | 330.4712376 | 36.7190264 | 4.614447331 |
| Columna 5 | 9 | 333.5286393 | 37.0587377 | 11.3929098 |
| Columna 6 | 9 | 322.6155954 | 35.84617727 | 4.106232843 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 79.89620405 | 5 | 15.97924081 | 1.928939783 | 0.106855552 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 397.6296022 | 48 | 8.283950047 | | | |
| Total | 477.5258063 | 53 | | | | |

ANEXO 23. ANOVA Porosidad. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 56.21 | 6.24555556 | 0.02680278 |
| MO1 | 9 | 52.25 | 5.80555556 | 0.01797778 |
| T2 | 9 | 52.02 | 5.78 | 0.0621 |
| MO2 | 9 | 52.79 | 5.86555556 | 0.08182778 |
| T3 | 9 | 51.8 | 5.75555556 | 0.05852778 |
| MO3 | 9 | 54.35 | 6.03888889 | 0.03533611 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1.64417037 | 5 | 0.32883407 | 6.98230148 | 5.68259E-05 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 2.26057778 | 48 | 0.04709537 | | | |

Total 3.90474815 53

ANEXO 24. ANOVA ph. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|------------|---------|-------------|-----------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-M.O1 | 0.44 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.06 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| CM error | 0.04709537 | MO2-MO3 | 0.173333333 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.38 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.2056878 | T2-T3 | 0.024444444 | 0.2056878 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.233333333 | 0.2056878 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 25. LSD FISHER ph. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|--------|--------|-------------|-------------|-------------|
| T1 | 9 | 214.3078437 | 23.81198263 | 103.4806528 |
| MO1 | 9 | 194.4950917 | 21.61056575 | 86.71698924 |
| T2 | 9 | 232.8962211 | 25.87735789 | 82.49511115 |
| MO2 | 9 | 238.7321845 | 26.52579827 | 40.27875689 |
| T3 | 9 | 140.9326419 | 15.65918243 | 38.64658772 |
| MO3 | 9 | 169.2441067 | 18.80490075 | 36.32581128 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F prubea | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 804.1709235 | 5 | 160.8341847 | 2.487486169 | 0.044096032 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 3103.551273 | 48 | 64.65731818 | | | |
| Total | 3907.722196 | 53 | | | | |

ANEXO 26. ANOVA azufre. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|-------------|---------|-------------|-------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 2.201416885 | <7.6 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 4.915232526 | < 7.6 | NO SIGNIFICATIVA |
| CM error | 64.65731818 | MO2-MO3 | 7.720897527 | >7.6 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 2.713815641 | < 7.6 | NO SIGNIFICATIVA |
| LSD | 7.621286096 | T2-T3 | 10.21817546 | > 7.6 | SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 2.805665001 | <7.6 | NO SIGNIFICATIVA |

ANEXO 27. LSD FISHER azufre. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|--------|--------|------|----------|----------|
|--------|--------|------|----------|----------|

| | | | | |
|-----|---|-------------|-------------|-------------|
| T1 | 9 | 71.51847627 | 7.946497363 | 3.793784226 |
| MO1 | 9 | 64.00963123 | 7.112181248 | 4.424447978 |
| T2 | 9 | 67.8734853 | 7.541498367 | 4.202324729 |
| MO2 | 9 | 154.0254155 | 17.11393506 | 60.02086249 |
| T3 | 9 | 99.81697832 | 11.09077537 | 23.5979978 |
| MO3 | 9 | 174.1487733 | 19.3498637 | 48.53284163 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1265.687276 | 5 | 253.1374553 | 10.50564433 | 7.50428E-07 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 1156.578071 | 48 | 24.09537648 | | | |
| Total | 2422.265347 | 53 | | | | |

ANEXO 28. ANOVA fosforo. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|-------------|---------|-------------|-------------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.834316115 | 4.652498904 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 10.00175381 | 4.652498904 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 24.09537648 | MO2-MO3 | 2.23592864 | 4.652498904 | NO SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 9.167437695 | 4.652498904 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 4.652498904 | T2-T3 | 3.549277002 | 4.652498904 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 12.23768245 | 4.652498904 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 29. LSD FISHER fosforo. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 0.22822586 | 0.02535843 | 4.5586E-05 |
| MO1 | 9 | 0.21581531 | 0.02397948 | 4.4387E-05 |
| T2 | 9 | 0.24586463 | 0.02731829 | 5.4653E-05 |
| MO2 | 9 | 0.37639079 | 0.0418212 | 4.7283E-05 |
| T3 | 9 | 0.23239901 | 0.02582211 | 1.9245E-05 |
| MO3 | 9 | 0.29453147 | 0.03272572 | 1.1834E-05 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.00205319 | 5 | 0.00041064 | 11.0492086 | 4.0888E-07 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 0.0017839 | 48 | 3.7165E-05 | | | |
| Total | 0.00383709 | 53 | | | | |

ANEXO 30. ANOVA nitrógeno. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|------------|---------|-------------|------------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.001378949 | 0.00577808 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.01784172 | 0.00577808 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 3.7165E-05 | MO2-MO3 | 0.009095481 | 0.00577808 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.01646277 | 0.00577808 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.00577808 | T2-T3 | 0.001496181 | 0.00577808 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.008746239 | 0.00577808 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 31. LSD FISHER nitrógeno. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|--------|--------|------|------------|------------|
| T1 | 9 | 1.42 | 0.15777778 | 0.00064444 |
| MO1 | 9 | 2.23 | 0.24777778 | 0.00119444 |
| T2 | 9 | 1.47 | 0.16333333 | 0.00055 |
| MO2 | 9 | 2.4 | 0.26666667 | 0.002225 |
| T3 | 9 | 1.42 | 0.15777778 | 0.00064444 |
| MO3 | 9 | 2.31 | 0.25666667 | 0.00265 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos | 0.12988333 | 5 | 0.02597667 | 19.7083246 | 1.2605E-10 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 0.06326667 | 48 | 0.00131806 | | | |
| Total | 0.19315 | 53 | | | | |

ANEXO 32. ANOVA potasio. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|---------------------|------------|---------|-------------|------------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.09 | 0.03441013 | SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a) =t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.018888889 | 0.03441013 | NO SIGNIFICATIVA |
| CM error | 0.00131806 | MO2-MO3 | 0.01 | 0.03441013 | NO SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.108888889 | 0.03441013 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.03441013 | T2-T3 | 0.005555556 | 0.03441013 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.008888889 | 0.03441013 | NO SIGNIFICATIVA |

ANEXO 33. LSD FISHER potasio. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| Grupos | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|--------|-------------|------------|
| Columna 1 | 9 | 412.56 | 45.84 | 63.64375 |
| Columna 2 | 9 | 396.3 | 44.03333333 | 439.0936 |
| Columna 3 | 9 | 411.79 | 45.7544444 | 62.8534028 |

| | | | | |
|-----------|---|--------|------------|------------|
| Columna 4 | 9 | 390.29 | 43.3655556 | 437.291378 |
| Columna 5 | 9 | 377.96 | 41.9955556 | 238.860203 |
| Columna 6 | 9 | 506.33 | 56.2588889 | 444.760911 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1187.23372 | 5 | 237.446744 | 0.84475406 | 0.52488676 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 13492.026 | 48 | 281.083874 | | | |
| Total | 14679.2597 | 53 | | | | |

ANEXO 34. ANOVA Manganese. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 16.01 | 1.77888889 | 0.06086111 |
| Columna 2 | 9 | 13.65 | 1.51666667 | 0.206175 |
| Columna 3 | 9 | 15.97 | 1.77444444 | 0.06047778 |
| Columna 4 | 9 | 13.59 | 1.51 | 0.2059 |
| Columna 5 | 9 | 15.5 | 1.72222222 | 0.08464444 |
| Columna 6 | 9 | 12.53 | 1.39222222 | 0.18074444 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 1.20689815 | 5 | 0.24137963 | 1.81306052 | 0.128117512 | 2.408514119 |
| Dentro de los grupos | 6.39042222 | 48 | 0.1331338 | | | |
| Total | 7.59732037 | 53 | | | | |

ANEXO 35. ANOVA Zinc. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 8.67 | 0.96333333 | 0.021375 |
| Columna 2 | 9 | 8.4 | 0.93333333 | 0.0889 |
| Columna 3 | 9 | 8.65 | 0.96111111 | 0.02106111 |
| Columna 4 | 9 | 7.91 | 0.87888889 | 0.06981111 |
| Columna 5 | 9 | 8.7 | 0.96666667 | 0.07805 |
| Columna 6 | 9 | 7.94 | 0.88222222 | 0.06726944 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.07492037 | 5 | 0.01498407 | 0.25948945 | 0.93289487 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 2.77173333 | 48 | 0.05774444 | | | |
| Total | 2.8466537 | 53 | | | | |

ANEXO 36. ANOVA Cobre. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 622.82 | 69.2022222 | 81.0236944 |
| MO1 | 9 | 452.686 | 50.2984444 | 343.634367 |
| T2 | 9 | 621.44 | 69.0488889 | 78.9450611 |
| MO2 | 9 | 451.25 | 50.1388889 | 338.404911 |
| T3 | 9 | 608.62 | 67.6244444 | 80.6192528 |
| MO3 | 9 | 436.61 | 48.5122222 | 338.480819 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 4892.0663 | 5 | 978.41326 | 4.65501691 | 0.00152198 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 10088.8648 | 48 | 210.184684 | | | |
| Total | 14980.9311 | 53 | | | | |

ANEXO 37. ANOVA Hierro. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|---------------------|------------|---------------|-----------------|------------|-------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-M.O1 | 18.90377778 | 13.7410511 | SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a) =t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.159555556 | 13.7410511 | NO SIGNIFICATIVA |
| CM error | 210.184684 | MO2-MO3 | 1.626666667 | 13.7410511 | NO SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 19.06333333 | 13.7410511 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 13.7410511 | T2-T3 | 1.424444444 | 13.7410511 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 1.786222222 | 13.7410511 | NO SIGNIFICATIVA |

ANEXO 38. LSD FISHER Hierro. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 58.4961512 | 6.49957236 | 1.37522746 |
| MO1 | 9 | 55.3240882 | 6.14712091 | 0.56060637 |
| T2 | 9 | 48.9111316 | 5.43457018 | 0.2705723 |

| | | | | |
|-----|---|------------|------------|------------|
| MO2 | 9 | 71.9564436 | 7.9951604 | 5.57865085 |
| T3 | 9 | 49.0329767 | 5.44810852 | 1.87166234 |
| MO3 | 9 | 60.5553696 | 6.7283744 | 1.02813076 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 41.0469752 | 5 | 8.20939504 | 4.60992619 | 0.001628 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 85.4788006 | 48 | 1.78080835 | | | |
| Total | 126.525776 | 53 | | | | |

ANEXO 39. ANOVA CIC. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|------------|---------|-------------|------------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.352451446 | 1.26481793 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 1.848039492 | 1.26481793 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 1.78080835 | MO2-MO3 | 1.266786003 | 1.26481793 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 1.495588045 | 1.26481793 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 1.26481793 | T2-T3 | 0.013538343 | 1.26481793 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.581253489 | 1.26481793 | NO SIGNIFICATIVA |

ANEXO 40. LSD FISHER CIC. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Columna 1 | 9 | 29.77 | 3.30777778 | 0.18284444 |
| Columna 2 | 9 | 30.61 | 3.40111111 | 0.31556111 |
| Columna 3 | 9 | 29.89 | 3.32111111 | 0.21258611 |
| Columna 4 | 9 | 30.43 | 3.38111111 | 0.31918611 |
| Columna 5 | 9 | 29.77 | 3.30777778 | 0.18284444 |
| Columna 6 | 9 | 32.27 | 3.58555556 | 0.09710278 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.5085037 | 5 | 0.10170074 | 0.46576048 | 0.79978052 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 10.481 | 48 | 0.21835417 | | | |
| Total | 10.9895037 | 53 | | | | |

ANEXO 41. ANOVA Calcio. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|

| | | | | |
|-----------|---|-------|------------|------------|
| Columna 1 | 9 | 13.16 | 1.46222222 | 0.12554444 |
| Columna 2 | 9 | 12.99 | 1.44333333 | 0.0768 |
| Columna 3 | 9 | 13.42 | 1.49111111 | 0.12541111 |
| Columna 4 | 9 | 12.9 | 1.43333333 | 0.07935 |
| Columna 5 | 9 | 13.29 | 1.47666667 | 0.103275 |
| Columna 6 | 9 | 13.49 | 1.49888889 | 0.03983611 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.0306537 | 5 | 0.00613074 | 0.06685447 | 0.9967464 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 4.40173333 | 48 | 0.09170278 | | | |
| Total | 4.43238704 | 53 | | | | |

ANEXO 42. ANOVA Magnesio. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 2.64763175 | 0.29418131 | 0.00613498 |
| MO1 | 9 | 2.56900751 | 0.28544528 | 0.00672572 |
| T2 | 9 | 2.85225795 | 0.31691755 | 0.00735529 |
| MO2 | 9 | 4.36648249 | 0.48516472 | 0.00636348 |
| T3 | 9 | 2.6960442 | 0.29956047 | 0.00259002 |
| MO3 | 9 | 3.41683835 | 0.37964871 | 0.00159258 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.26834053 | 5 | 0.05366811 | 10.4677163 | 7.83337E-07 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 0.24609657 | 48 | 0.00512701 | | | |
| Total | 0.51443711 | 53 | | | | |

ANEXO 43. ANOVA Carbono orgánico. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|--------------------|------------|---------|-------------|-----------|------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.008736027 | 0.0678659 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a)=t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.199719443 | 0.0678659 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 0.00512701 | MO2-MO3 | 0.105516015 | 0.0678659 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.190983416 | 0.0678659 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.0678659 | T2-T3 | 0.017357083 | 0.0678659 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.094203428 | 0.0678659 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 44. LSD FISHER Carbono orgánico. Fuente: Los autores.

RESUMEN

| <i>Grupos</i> | <i>Cuenta</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------|
| T1 | 9 | 4.56451714 | 0.50716857 | 0.01823425 |
| MO1 | 9 | 4.31630629 | 0.47958959 | 0.01775461 |
| T2 | 9 | 4.9172927 | 0.54636586 | 0.02186121 |
| MO2 | 9 | 7.52781582 | 0.83642398 | 0.01891337 |
| T3 | 9 | 4.6479802 | 0.51644224 | 0.00769799 |
| MO3 | 9 | 5.89062932 | 0.65451437 | 0.00473344 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos | 0.82127723 | 5 | 0.16425545 | 11.0492086 | 4.0888E-07 | 2.40851412 |
| Dentro de los grupos | 0.71355893 | 48 | 0.01486581 | | | |
| Total | 1.53483616 | 53 | | | | |

ANEXO 45. ANOVA Materia orgánica. Fuente: Los autores.

| | | GRUPOS | PROMEDIO | LSD | DIFERENCIA |
|----------------------------|------------|---------------|-----------------|------------|-------------------|
| Grados de libertad | 48 | T1-MO1 | 0.027578983 | 0.11556165 | NO SIGNIFICATIVA |
| t a/2 (N.a) =t0.025 | 2.0106 | MO1-MO2 | 0.356834392 | 0.11556165 | SIGNIFICATIVA |
| CM error | 0.01486581 | MO2-MO3 | 0.181909611 | 0.11556165 | SIGNIFICATIVA |
| N= | 9 | T1-MO2 | 0.329255409 | 0.11556165 | SIGNIFICATIVA |
| LSD | 0.11556165 | T2-T3 | 0.029923611 | 0.11556165 | NO SIGNIFICATIVA |
| | | MO1-MO3 | 0.174924781 | 0.11556165 | SIGNIFICATIVA |

ANEXO 46. LSD FISHER Materia orgánica. Fuente: Los autores.