



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Fertilizantes líquidos de estiércol y su efecto en el cultivo de
Vigna Unguiculata en el distrito de La Unión-Piura, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Hidalgo Saavedra, Jorman Carlos (orcid.org/0000-0002-3695-0484)

Vilchez Pingo, Cinthya Elizabeth (orcid.org/0000-0002-7222-3495)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido nuestro guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado con nosotros hasta el día de hoy.

A nuestros padres Julio Vilchez Silva, María Isabel Pingo Bayona, Juan Carlos Hidalgo Pasapera y Ana María Saavedra Villaseca quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han acompañado en el cumplimiento de esta meta.

Finalmente, a nosotros mismos, por nunca rendirnos a pesar de las adversidades y así poder cumplir una meta tan deseada.

AGRADECIMIENTO

En estas líneas agradecemos en primer lugar a Dios por haber permitido llegar a cumplir hoy un sueño más y estar con nosotros siempre.

A nuestros amados padres por inculcar en nosotros el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades. A nuestros hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso.

A toda nuestra familia y mejores amigos porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento nos hicieron crecer como persona y de una u otra forma nos acompañan en todos nuestros sueños y metas.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Fertilizantes líquidos de estiércol y su efecto en el cultivo de Vigna Unguiculata en el distrito de La Unión-Piura, 2023.", cuyos autores son HIDALGO SAAVEDRA JORMAN CARLOS, VILCHEZ PINGO CINTHYA ELIZABETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 04-07- 2023 22:48:11

Código documento Trilce: TRI - 0552624



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, HIDALGO SAAVEDRA JORMAN CARLOS, VILCHEZ PINGO CINTHYA ELIZABETH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Fertilizantes líquidos de estiércol y su efecto en el cultivo de Vigna Unguiculata en el distrito de La Unión-Piura, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO DNI: 73785597 ORCID: 0000-0002-7222-3495	Firmado electrónicamente por: CVILCHEZPI9 el 26-06-2023 18:02:14
JORMAN CARLOS HIDALGO SAAVEDRA DNI: 72447882 ORCID: 0000-0002-3695-0484	Firmado electrónicamente por: JHIDALGOSA97 el 26-06-2023 19:26:09

Código documento Trilce: TRI - 0552625

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Insumos (materia prima) requeridos en la elaboración de los fertilizantes líquidos.</i>	13
Tabla 2. <i>Niveles de parámetros de fertilizantes líquidos en relación al porcentaje.</i>	21
Tabla 3. <i>Contraste de hipótesis para determinar la diferencia significativa.</i>	23
Tabla 4. <i>Análisis de varianza del parámetro altura.</i>	23
Tabla 5. <i>Comparaciones múltiples de grupos respecto a la altura – prueba post hoc.</i>	24
Tabla 6. <i>Comparaciones múltiples de dosis respecto a la altura – prueba post hoc.</i>	24
Tabla 7. <i>Análisis de varianza del parámetro número de hojas.</i>	26
Tabla 8. <i>Comparaciones múltiples de grupos respecto al número de hojas – prueba post hoc.</i>	26
Tabla 9. <i>Comparaciones múltiples de dosis respecto al número de hojas – prueba post hoc.</i>	27
Tabla 10. <i>Análisis de varianza respecto al número de vainas.</i>	28
Tabla 11. <i>Comparaciones múltiples de los grupos respecto al número de vainas – prueba post hoc.</i>	29
Tabla 12. <i>Comparaciones múltiples de las dosis respecto al número de vainas – prueba post hoc.</i>	29
Tabla 13. <i>Análisis de varianza respecto al número de flores.</i>	30
Tabla 14. <i>Comparaciones múltiples de los grupos respecto al número de flores – prueba post hoc.</i>	31
Tabla 15. <i>Comparaciones múltiples de las dosis respecto al número de flores – prueba post hoc.</i>	32
Tabla 16. <i>Operacionalización de variables.</i>	52
Tabla 17. <i>Ficha técnica de recolección de datos del tiempo de floración.</i>	59
Tabla 18. <i>Recolección de datos de parámetros fenológicos.</i>	59
Tabla 19. <i>Estadísticos descriptivos de la variable altura.</i>	75
Tabla 20. <i>Estadísticos descriptivos de la variable número de hojas.</i>	75
Tabla 21. <i>Estadísticos descriptivos de la variable números de vainas.</i>	76
Tabla 22. <i>Estadísticos descriptivos de la variable números de flores.</i>	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	<i>Estructura del terreno referente a los grupos experimentales.....</i>	<i>15</i>
Fig. 2.	<i>Tratamiento del suelo con aplicación de 10 % de fertilizante líquido.</i>	<i>20</i>
Fig. 3.	<i>Tratamiento del suelo con aplicación de 20 % de fertilizante líquido.</i>	<i>20</i>
Fig. 4.	<i>Tratamiento del suelo con aplicación de 30 % de fertilizante líquido.</i>	<i>21</i>
Fig. 5.	<i>Propiedades fisicoquímicas de los biofertilizantes.....</i>	<i>22</i>
Fig. 6.	<i>Medias respecto a los grupos experimentales en la altura.</i>	<i>25</i>
Fig. 7.	<i>Medias respecto a las dosis en la altura.....</i>	<i>25</i>
Fig. 8.	<i>Medias respecto a los grupos experimentales del número de hojas.....</i>	<i>27</i>
Fig. 9.	<i>Medias respecto a las dosis del número de hojas.</i>	<i>28</i>
Fig. 10.	<i>Medias respecto a grupos experimentales en el número de vainas.....</i>	<i>30</i>
Fig. 11.	<i>Medias respecto a las dosis en el número de vainas.</i>	<i>30</i>
Fig. 12.	<i>Medias respecto a los grupos experimentales en el número de flores.....</i>	<i>32</i>
Fig. 13.	<i>Medias respecto a las dosis en el número de flores.</i>	<i>33</i>
Fig. 14.	<i>Ficha 1 de evaluación de juicio por expertos.....</i>	<i>54</i>
Fig. 15.	<i>Ficha 2 de evaluación de juicio por expertos.....</i>	<i>55</i>
Fig. 16.	<i>Ficha 3 de evaluación de juicio por expertos.....</i>	<i>56</i>
Fig. 17.	<i>Matriz de evaluación de juicio por expertos de la tabla de operacionalización. ..</i>	<i>58</i>
Fig. 18.	<i>Insumos utilizados en la elaboración de los biofertilizantes.....</i>	<i>62</i>
Fig. 19.	<i>Recipientes plásticos para elaboración de fertilizantes líquidos orgánicos.</i>	<i>62</i>
Fig. 20.	<i>Proceso de descomposición-fermentación anaeróbico “sin oxígeno”.</i>	<i>63</i>
Fig. 21.	<i>Homogenización de biofertilizantes pre-filtración.....</i>	<i>63</i>
Fig. 22.	<i>Proceso de filtración de los fertilizantes orgánicos.</i>	<i>64</i>
Fig. 23.	<i>Envasado de los biofertilizantes líquidos en recipientes plásticos.</i>	<i>64</i>
Fig. 24.	<i>Biofertilizantes obtenidos a base de estiércol de chivo y caballo.....</i>	<i>65</i>
Fig. 25.	<i>Resultados del análisis del biofertilizante a base de estiércol de chivo.</i>	<i>65</i>
Fig. 26.	<i>Resultados del análisis del biofertilizante a base de estiércol de caballo.</i>	<i>66</i>

Fig. 27. <i>Preparación del terreno</i>	67
Fig. 28. <i>Muestreo de suelo pre-prueba</i>	67
Fig. 29. <i>Resultados del primer análisis del suelo pre-prueba</i>	68
Fig. 30. <i>Siembra de la especie Vigna Unguiculata</i>	69
Fig. 31. <i>Germinación de la especie Vigna Unguiculata en el GE₁</i>	69
Fig. 32. <i>Germinación de la especie Vigna Unguiculata en el GE₂</i>	70
Fig. 33. <i>Germinación de la especie Vigna Unguiculata en el GC</i>	70
Fig. 34. <i>Aplicación de dosis de los fertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y caballo</i>	71
Fig. 35. <i>Extracción de muestras finales del suelo pos-prueba</i>	71
Fig. 36. <i>Vainas en desarrollo de las muestras de la especie de Vigna Unguiculata</i>	72
Fig. 37. <i>Algunas plagas presentes en la especie de Vigna Unguiculata</i>	72
Fig. 38. <i>Resultados de análisis final del suelo pos-prueba mediante laboratorio</i>	74

RESUMEN

Los fertilizantes tradicionales de origen inorgánico han demostrado efectos adversos, de alto costo y que a la vez afectan los ecosistemas, por lo cual se hace necesaria la búsqueda de alternativas viables, de bajo costo y ecoamigables. Es por ello que, se propuso evaluar el efecto de los biofertilizantes líquidos obtenidos a base de estiércol de chivo y caballo aplicado en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura, 2023. La metodología consistió en la utilización de dos bloques de muestras, donde se aplicaron seis tratamientos con tres réplicas, haciendo un total de 27 unidades de análisis incluyendo el testigo, evaluando las propiedades fisicoquímicas del suelo, fertilizantes líquidos y parámetros fenológicos del cultivo. Los resultados muestran que con el biofertilizante de estiércol de chivo a una dosis del 20 % aplicada por el plazo de 4 semanas el suelo pos-prueba obtiene mejores propiedades fisicoquímicas, asimismo, el contenido de nutrientes del biofertilizante es mayor en un proceso anaeróbico de 45 días, además permitió parámetros fenológicos más favorables en *Vigna Unguiculata* a una dosis del 30 % del biofertilizante en un plazo de 42 días; todo ello en comparación con el biofertilizante de estiércol de caballo. Se concluye que el biofertilizante de estiércol de chivo tiene un efecto positivo en el suelo y en el cultivo *Vigna Unguiculata* por sus propiedades fisicoquímicas.

Palabras clave: Biofertilizantes, residuos de estiércol, *Vigna Unguiculata*, suelo y parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

Traditional fertilizers of inorganic origin have shown adverse effects, high cost and that at the same time affect ecosystems, which is why it is necessary to search for viable, low-cost and eco-friendly alternatives. That is why, it was proposed to evaluate the effect of liquid biofertilizers obtained from goat and horse manure applied in the cultivation of *Vigna Unguiculata* in the district of La Unión - Piura, 2023. The methodology consisted of the use of two blocks of samples, where six treatments with three replicates were applied, making a total of 27 analysis units including the control, evaluating the physicochemical properties of the soil, liquid fertilizers and phenological parameters of the crop. The results show that with the goat manure biofertilizer at a dose of 20 % applied for a period of 4 weeks, the post-test soil obtains better physicochemical properties, likewise, the nutrient content of the biofertilizer is higher in an anaerobic process of 45 days, it also allowed more favorable phenological parameters in *Vigna Unguiculata* at a dose of 30 % of the biofertilizer within 42 days; all this in comparison with the horse manure biofertilizer. It is concluded that the goat manure biofertilizer has a positive effect on the soil and on the *Vigna Unguiculata* crop due to its physicochemical properties.

Keywords: Biofertilizers, manure residues, *Vigna Unguiculata*, soil and physicochemical parameters.

I. INTRODUCCIÓN

Se ha estimado que para el año 2050, la población mundial alcanzará los 9 mil millones de habitantes y que se necesitará un incremento del 60 % de alimentos (Singh et al., 2019, p. 41). Asimismo, la producción anual de cultivos supera los 3 mil millones de toneladas a nivel mundial, lo que requiere 187 millones de toneladas de fertilizante (Kah y Hofmann, 2019; Usman et al., 2020, p. 2), para así asegurar a la creciente población mundial suficiente producción de alimentos, ya que, los fertilizantes tienen un rol importante en maximizar el rendimiento de las plantas y la remediación del agotamiento del suelo como resultado de las actividades agrícolas intensivas (Yuan et al., 2022, p. 166).

La problemática aumenta debido al elevado uso total de fertilizantes químicos (77 %) siendo mucho mayor que el aumento de la producción agrícola (33 %), lo que refleja una disminución de la eficiencia en el uso de fertilizantes (NBSC, 2016; Wesenbeeck et al., 2021, p. 1). El consumo mundial de fertilizantes entre los años 2014 y 2015 fue de 181,9 millones de toneladas, por lo que el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos genera impactos negativos en los entornos ambientales, con efectos adversos como la eutrofización de aguas superficiales, emisiones de gases que producen el efecto invernadero, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, pérdida de biodiversidad, desequilibrio biológico y la nutrición excesivamente rápida de las plantas (González, 2019, p. 1; Fernández et al., 2022, p. 2; Du et al., 2022, p. 1).

La gran demanda de fertilizantes fosfatados utilizables en la producción de alimentos hace que sea crucial encontrar productos alternativos asequibles; y que estén disponibles en cantidades relativamente altas, tener muy buena calidad y efectos de fertilización, y también tener suficiente disponibilidad de nutrientes para las plantas equivalentes a los fertilizantes convencionales (Ehmann et al., 2019, p. 440). La agricultura orgánica es un método de sistemas agrícolas que logran crear un entorno ecológico y también una producción sostenible sin el uso de insumos químicos (Sakthivel, 2022, p. 1).

La sustitución de fertilizante mineral por fertilizante orgánico también es una estrategia efectiva para el manejo de nitrógeno (Pan et al., 2022, p. 2), siendo rentable, pues proporciona ventajas al medio ambiente, a la salud animal y humana, y socioeconómicas por las materias primas utilizadas en los biofertilizantes que son de bajo costo y ecológicas (Mahami, 2019, p. 4) y además mejora el rendimiento del cultivo (Chang y Zhu, 2017; Geng et al., 2019, p. 2). Algunos tipos de biofertilizantes son: compost, estiércol (Li et al., 2022, p. 2), abono verde, lombricompost (Karmegam et al., 2021, p. 2) y fertilizantes líquidos (Huang et al., 2022, p. 2). Con respecto al compostaje tradicional a veces no es una técnica económicamente factible y a menudo requiere uno o dos meses para garantizar una humificación suficiente (Vandermeersch, et al., 2014, p. 58). Sin embargo, el fertilizante orgánico líquido se caracteriza por la abundante materia orgánica y nutrientes solubles útiles para la sustentabilidad del suelo y el bienestar de las plantas (Hou et al., 2017, p. 2).

Por otro lado, la rápida expansión de la ganadería ha resultado en una producción mayor de estiércol como residuos animales y lodos de depuradora como desechos orgánicos, los cuales están causando problemas ambientales (Samoraj et al., 2022, p. 2). Sin embargo, el uso de estiércol como fuente de macro y micronutrientes en la agricultura, si se lleva a cabo de forma sostenible sin una aplicación excesiva, ayuda en la gestión de nutrientes (De Melo et al., 2019, p.187). El potencial como fertilizante del estiércol animal consiste en reducir en el sector ganadero los impactos ambientales que se producen y a la vez minimizar los costos de fertilización para los agricultores y la dependencia de fertilizantes minerales y sintéticos (He et al., 2016, p. 780); mejora los atributos químicos y físicos del suelo (Andrade et al., 2016, p. 810), la aplicación de estiércol estimula las actividades biológicas, favoreciendo los agregados de origen biogénica y mejorando la calidad del suelo (Loss et al., 2017, p. 53).

En esta investigación se formuló el siguiente problema general: ¿Cómo afectan los fertilizantes líquidos obtenidos a base de estiércol de chivo y

caballo en el cultivo *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura, 2023?

La investigación se justifica por cuanto permitió darles valor agregado a los residuos de estiércol y al mismo tiempo contar con una metodología para producir fertilizantes de bajo costo, promoviendo el uso de materiales ecológicos y ecoamigables, minimizando así el uso de fertilizantes inorgánicos y los problemas que éstos causan. Asimismo, redundó en beneficios económicos a los agricultores al reducir costos, mejorando así su poder adquisitivo y aumentando los posibles centros laborales y plazas de trabajo. Metodológicamente permitió contar con un instrumento de investigación que acceda a medir la profundidad de las variables de estudio planteadas, el cual sirve de sustento para futuros estudios, permitiendo a otros investigadores conocer los métodos mediante los cuales se puede obtener fertilizantes que sean sostenibles ambientalmente.

En base a ello, se planteó el siguiente objetivo general: Evaluar el efecto de los fertilizantes líquidos obtenidos a base de estiércol de chivo y caballo en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura, 2023.

Así mismo, los objetivos específicos fueron: evaluar las propiedades fisicoquímicas del suelo por sectores antes y después del uso de fertilizantes líquidos obtenidos de estiércol de chivo y caballo en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura; evaluar las propiedades fisicoquímicas de los fertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y caballo; analizar el efecto en los parámetros fenológicos que producen las dosis de cada tipo de fertilizante obtenido a base de estiércol de chivo y caballo por sectores en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura.

Finalmente, se plantea como hipótesis general: Los dos tipos de fertilizantes orgánicos líquidos basados en estiércol de chivo y caballo mejora la eficiencia en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión – Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Según, Justus Von Liebig (1840), un fertilizante puede ser una sustancia orgánica o inorgánica, que a la vez contiene nutrientes asimilables para las plantas, se clasifican en fertilizantes químicos y orgánicos, inorgánicos o minerales, encontrándose tanto en líquido como en sólido. Los principales nutrientes son fósforo (P), nitrógeno (N) y potasio (K), que favorecen en las plantas las partes aéreas en el desarrollo vegetativo, el fósforo da resistencia y ayuda en el desarrollo radicular, y el potasio favorece la floración y desarrollo de frutos, así como la asimilación de los demás nutrientes (Lluzar, 2019, p. 1).

Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos para satisfacer la demanda de suministros de alimentos a menudo provoca pérdidas de N, volatilización de amoníaco, la lixiviación y emisión de gases de efecto invernadero; generando problemas ambientales (Sainju, 2019, p. 623). Asimismo, se espera que el consumo mundial de N llegue a 105 Tg N para 2030, con 85 Tg N consumidos en los países en desarrollo y que la demanda mundial de fertilizantes nitrogenados será de 112 millones de toneladas para 2022 (FAO, 2019; Raza et al., 2022, p. 1).

Por otro lado, la agricultura verde sostenible es una tendencia importante en el desarrollo agrícola, que es esencial para resolver la escasez de recursos y las limitaciones ambientales (Liu et al., 2020, p. 2). La sustitución de fertilizantes químicos por abonos orgánicos en la producción agrícola se ha convertido en un enfoque crítico y eficaz para aliviar la contaminación ambiental (Morugan et al., 2019, p. 2). La literatura más relevante ha investigado la influencia de la sustitución de fertilizantes químicos por abonos orgánicos en el proceso de siembra, como el impacto de la sustitución de abonos orgánicos en los productos agrícolas y en el suelo (Li et al., 2017, p. 938), en relación cuantitativa entre la sustitución de estiércol orgánico y a escala de granja (Lu et al., 2019, p. 2). Varios estudios relacionados con los índices de calidad del suelo se concentraron principalmente en las propiedades fisicoquímicas del suelo y se utilizaron para el crecimiento de las

plantas; sin embargo, todavía faltan las propiedades biológicas del suelo bajo técnicas de agricultura orgánica (Wang et al., 2021, p. 298).

En la actualidad, los investigadores escudriñan ampliamente el uso de estiércol excedente de diferentes animales (cerdo y vaca), biocarbón y residuos de cultivos directamente o en forma de mezclas; junto con el maíz, el trigo y el arroz, siendo este último un alimento básico importante y a la vez sus restos pueden reciclarse de manera sostenible (Qian et al., 2022, p. 1). Sin embargo, el estiércol que se deja a cielo abierto sin protección emite grandes cantidades de gas metano, contribuyendo al calentamiento global (Purdy et al., 2018, p. 900), siendo un reservorio de patógenos que pueden propagarse por las aguas subterráneas circundantes (Alegbeleye y Santana, 2020, p. 2).

El abono orgánico líquido es un biofertilizante, que es fuente de productos para el cuidado de las plantas, elaborado a partir de estiércol muy fresco, disuelto en agua y es complementado con ceniza, leche y melaza, fermentado durante varios días para obtener productos a partir de la descomposición anaerobia de residuos orgánicos (Potesta, 2018, p. 8). La gestión de los desechos animales implica varios procesos clave, incluidos métodos térmicos (incineración), químicos (hidrólisis) o biológicos (digestión anaeróbica). Entre ellos, la digestión anaeróbica (AD) permite la recuperación simultánea de energía (en forma de biogás) en línea con el concepto de economía circular; asimismo, tiene la ventaja de recuperación simultánea de materiales en forma de digestado (Ardebili, 2020, p. 30). Los subproductos líquidos digeridos son ricos en nutrientes biodisponibles, especialmente N, P y K, estimando que el digestado contiene más N biodisponible (en forma de $\text{NH}_4\text{-N}$) que la materia prima sometida a AD (Alfa et al., 2014, p. 682).

Asimismo, el almacenamiento prolongado de desechos animales puede reducir significativamente la producción de biogás del proceso AD, a la par que envejece la materia prima se reduce el biogás en casi 6 % en dos meses y 17 % en cuatro meses (Purdy et al., 2018, p. 901). Además, promueve funciones fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, la raíz, y afecta el

follaje, promueve la floración, activa la fuerza y vitalidad de la semilla, germinación, aumenta el rendimiento y regulan el metabolismo de las plantas, además de complementar muy bien el fertilizante total incorporado al suelo (Potesta, 2018, p. 8).

Con respecto al cultivo de *Vigna Unguiculata*, está relacionada al grupo *Phaseoleae*, familia *Fabaceae*, por lo tanto, posee un rol trascendental en el ámbito económico a nivel mundial. Asimismo, corresponde al reino vegetal, su clase es de *Angiospermae*, la subclase es *Dicotyledoneae*, su orden es de *Fabales*, su género es *Vigna* y su especie es *Unguiculata (L) Walp* y su nombre común es Caupi, Judías, Chileno y Castilla. Es llamado Caupí debido a su centro de cuna en el sureste de Estados Unidos, nombrando como Caupí consecuencia a que fue una valiosa fuente alimenticia para el ganado, además indican que, en África, específicamente, en el norte se aglomeró la notoria variedad de frijol Caupí, los cuales fueron domesticado por los propios agricultores de la zona (Manrique y Gamarra, 2021, p. 21).

Sakthivel et al. (2022), en su artículo desarrolló tres tipos de fertilizantes orgánicos: Panchagavya, Beejamrutha y Jeevamrutha, en diez concentraciones diferentes. Utilizó parámetros morfológicos para identificar en la planta tanto su crecimiento, como la longitud de su raíz, altura, brotes y el número de flores. Finalmente, las verduras cosechadas se utilizaron para el análisis de calidad, como ácido ascórbico, vitamina C, compuestos fenólicos, antioxidantes y análisis de nutrientes. Mostrando un contenido de nutrientes y un crecimiento de la planta significativamente mayores en comparación con el control. La combinación de Panchakavya + Bijamrutham + Jeevamrutha logra un excelente crecimiento con un enriquecimiento de nutrientes fertilizantes líquidos ecológicos y de bajo costo (p. 1).

Lu y Xiao (2022), en su artículo de investigación propusieron una ruta técnica “estiércol-algas-cultivo”, donde las microalgas se emplearon como transportadores de nutrientes en los tipos de estiércol hacia los cultivos y también en los suelos; para ello, analizaron microalgas en forma de cianobacterias vivas, fertilizante de liberación lenta y fertilizante líquido,

además analizaron las desventajas de los fertilizantes. Concluyendo que la ruta planteada se ve desafiada por el alto costo de capital y el costo operativo, sin embargo, cumple con la estrategia de la economía circular (p. 1, 14).

Solís, et al. (2021), en su estudio científico elaboraron bioles de estiércoles de borrego, vaca y cabra; composta, bocashi y vermicomposta, aplicándolo en el cultivo de espinaca; donde usaron fertilizante inorgánico para el control positivo, mientras que en el suelo testigo no aplicaron fertilizante. Como resultados tuvieron similitud en los valores de la fertilización inorgánica, donde el 14 a 49 % correspondió a la altura y para el peso de las hojas fue de 16 a 53 %, para el área foliar de 67 a 264 % siendo superiores que en el testigo. Concluyendo que los estiércoles tienen un valor relevante como materiales para la elaboración de biofertilizantes independientemente de donde provengan.

Por otro lado, Potesta (2018), en su estudio analizó el efecto del abono orgánico líquido a través de la técnica Drench de la producción de cacao y propiedades del suelo; para ello utilizó un diseño de bloques aleatorio y cuatro tratamientos con tres repeticiones, y testigos tales como: testigo absoluto, testigo del abono orgánico y testigos de Drench. Sus resultados mostraron que el rendimiento del cacao tuvo un mayor rendimiento (1 127,66 Kg/ha); no se tuvo efectos significativos en los principales indicadores químicos del suelo P, K⁺, pH, Al³⁺, Mg²⁺ y Ca²⁺. Concluyó, que el fertilizante líquido orgánico aplicado con la técnica Drench no tiene mejora en el suelo con respecto a sus propiedades, sin embargo, en el cacao si mejoró su rendimiento (p. 4).

Díaz (2017), en su investigación fijó como principal finalidad la preparación de biol como una alternativa eficiente y ecológica en la producción de alfalfa, y minimizar el impacto ambiental; para ello, utilizó estiércol de vaca, agua, suero de leche, chancaca, sulfato de sulfato, cobre, magnesio y zinc, clorato de calcio y bórax. Utilizaron tres terrenos de cultivo y realizaron tres tratamientos. Las evaluaciones se dieron a los diez días después del corte, luego a los veinte, treinta, cuarenta y cincuenta días. Finalizando con la aplicación del biol, los resultados fueron de 62, 73 y 85 cm con respecto a la altura de la

alfalfa de los tres tratamientos en estudio. Concluyó que su aplicación optimiza el recurso forrajero (alfalfa) y es una alternativa para la mitigación del impacto ambiental causado por la ganadería (p. 13).

Peralta, Juscamaita y Meza (2016) en su estudio propusieron un sistema biológico acelerado para obtener abonos orgánicos; para ello, trataron el excremento fresco de vaca, aplicando un total de 25 tratamientos de excrementos tratados, con caña de azúcar (melaza) y de inóculo al ácido láctico (B-lac) como consorcio microbiano en proporciones de 0, 5, 10, 15 y 20 % (v/p) y melaza de caña de azúcar, todo ello bajo el diseño completo al azar (DCA), con arreglo factorial 5 x 5, evaluándose por 21 días. También utilizaron la prueba Tukey con 0.05 de nivel de significancia como prueba de la comparación de rangos múltiples y de mínimos cuadrados para analizar el efecto de interacción entre B-lac y melaza. Siendo así, que el mejor tratamiento (15 % B-lac, 20 % melaza y 65 % ET) ya que contenía un nivel de acidez mayor en menor tiempo de 2,06 % en ácido láctico y un pH de 4,02. Concluyendo que el tratamiento elaborado les generó un valor agregado a los excrementos utilizados, por la transformación como abono orgánico estables y sin agentes patógenos, además con materia orgánica de buena calidad, con propiedades agronómicas de N, P y K, y un alto contenido de micronutrientes (p. 1).

Gamboa et al. (2015), en su investigación evaluaron a los abonos orgánicos líquidos fermentados (AOLF) y su efecto en concentraciones y frecuencias en la conductividad eléctrica, también analizaron las masas de espinaca y lechuga, y acumulaciones de zinc, hierro, cobre y manganeso; todo ello a través de tres repeticiones de cinco tratamientos, la dosis aplicada fue de 100 ml de abonos orgánicos líquidos fermentados, obteniendo como resultados que después de cuarenta y cinco días de tratamiento, que tanto para frecuencias como para las concentraciones, no hubo una afectación significativa en la producción de masas frescas de las especies *Spinnaacca oleraceae L.* y *Lactuca sativa L.* (p. 1).

Quiñones, Trejo y Juscamaita (2016), en su estudio de la conductividad eléctrica y micronutrientes a través del efecto de los fertilizantes líquidos orgánicos fermentados, evaluaron la carga bacteriana enteropatógena, la calidad nutricional y la fitotoxicidad de un fertilizante líquido que fue producido en base de estiércol de alpaca mediante un proceso biotecnológico de fermentación de homolactato; prepararon un total de 25 tratamientos con heces de alpaca, un consorcio microbiano de ácido láctico (B-Lac), lactosuero y melaza. Mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$) y análisis de varianza. Los análisis señalaron un alto contenido nutricional en su forma pura, ausencia de *E. coli*, coliformes totales y fecales; concluyendo que es un fertilizante de alta calidad microbiológica y nutricional (p. 1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo aplicada; porque resolverá problemas ambientales que acontecen en la actualidad, tales como la degradación y contaminación del suelo por el uso excesivo de fertilizantes químicos. Además, su primordial característica es la búsqueda de las aplicaciones de distintos conocimientos adquiridos, y que mediante estos se pueden obtener otros, luego se efectúa la práctica que es basada mediante la investigación (Murillo, 2008; Vargas, 2009, p. 159).

Por otro lado, se desarrolló un diseño experimental, porque se utilizó fertilizantes líquidos orgánicos basados en estiércol de chivo y caballo (X y Y), con la finalidad de evaluar su efecto por sectores en las propiedades fisicoquímicas del suelo del cultivo de *Vigna Unguiculata*, suelo experimental no tratado, suelo experimental tratado y suelo prueba testigo (grupo control) sin aplicación de biofertilizantes. Debido a que un investigador controla o manipula variables independientes, asimismo para la medición de variaciones concomitantes observa las variables dependientes (Agudelo, 2008, p. 2).

Esquema de diseño:

GE ₁	O ₁	X ₁	X ₂	X ₃	O ₂
GE ₂	O ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	O ₄
GC	O ₅				O ₆

Donde:

- GE₁ = primer grupo experimental, referente a la aplicación del biofertilizante líquido a base de estiércol de chivo.

- GE2 = segundo grupo experimental, referente a la aplicación del biofertilizante líquido a base de estiércol de caballo.
- GC = grupo de control.
- X_1 , X_2 y X_3 = concentraciones o dosis del biofertilizante líquido a base de estiércol de chivo a ser aplicados en el suelo (10 %, 20 % y 30 % respectivamente).
- Y_1 , Y_2 y Y_3 = concentraciones o dosis del biofertilizante líquido a base de estiércol de caballo a ser aplicados en el suelo (10 %, 20 % y 30 % respectivamente).
- O_1 = suelo experimental no tratado.
- O_2 = suelo experimental tratado.
- O_3 = suelo experimental no tratado.
- O_4 = suelo experimental tratado.
- O_5 = suelo testigo no tratado pre-prueba.
- O_6 = suelo testigo no tratado pos-prueba.

3.2. Variables y operacionalización

El estudio consideró como variables independientes al tipo de estiércol (chivo y caballo) y dosis (10, 20 y 30 %) del fertilizante líquido aplicado. Asimismo, como variables dependientes se tuvo en cuenta a los parámetros fenológicos (altura, números de hojas, flores y vainas) del cultivo de *Vigna Unguiculata*, propiedades fisicoquímicas del suelo y del biofertilizante. Ver anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Esta investigación definió que la población fue constituida por la cantidad total de plantas del género *Vigna*, de la especie *Vigna Unguiculata* (L.) Walp., y de nombres comunes Caupi, frijol verde de Chile, Judía de careta y Castilla, que fueron cultivadas en el terreno posteriormente detallado para determinar la eficiencia de la aplicación de los biofertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y de caballo respectivamente.

Asimismo, para la muestra se consideraron a 27 plantas de frijol "*Vigna Unguiculata*" las cuales fueron tratadas con fertilizantes líquidos orgánicos, siendo distribuidas su aplicación en 03 muestras para cada tipo de biofertilizante, los cuales contaron con sus respectivas réplicas haciendo un total de 18 muestras, las nueve muestras restantes correspondieron a los testigos (GC); y el muestreo para este estudio fue probabilístico, ya que el muestreo aleatorio se realizó con fines de comparación.

Por otro lado, la unidad de análisis fue la especie *Vigna Unguiculata*, con relación al suelo y a la dosis de los fertilizantes líquidos orgánicos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó la técnica de observación experimental, dado que permitió la manipulación y/o control relativamente de las condiciones para la elaboración de datos. Además, las diferentes formas de recolectar información según la variable son mediante las técnicas mencionadas (Aurora, 2014, p. 13). Y se manejó como instrumento la ficha de registro de datos para los parámetros necesarios a evaluar de la especie *Vigna Unguiculata*. Debido a que es principio de diversos recursos que pueda valerse el investigador donde obtendrá información acerca del tema a través de la recolección de datos (Sucre, 2016, p. 1). Ver anexo 3.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Elaboración de fertilizantes líquidos orgánicos a base de estiércol

- **Primera etapa**

En primera instancia, se realizó la adquisición de insumos, para ello se tuvo como materia prima principal al estiércol de chivo y de caballo (30 kg por cada tipo de estiércol). Y como materia prima secundaria se consideró usar panela (5 kg), leche de vaca (2 litros), cáscara de huevo en polvo (1 kg), chicha de jora

fermentada (3 litros), ceniza (2 kg), polvillo (2 kg) y agua ($\frac{3}{4}$ de la capacidad del contenedor plástico). Las cantidades fueron similares para la elaboración de ambos fertilizantes líquidos orgánicos.

Posterior a ello, se procedió a la elaboración del fertilizante líquido de estiércol de chivo y de caballo, para lo cual, se tamizaron todos los insumos antes mencionados con la finalidad de eliminar residuos y partículas flotantes, posteriormente se trituraron las materias primas sólidas. Asimismo, se necesitó dos cilindros plásticos de capacidad de 100 litros, dos mangueras finas ($\frac{1}{4}$ " de un metro de largo y dos botellas plásticas de 3 litros, los cuales fueron empleados como recipientes para elaboración de los fertilizantes líquidos de estiércol de chivo y caballo respectivamente.

En los recipientes antes mencionados se añadieron los insumos triturados y tamizados, y también los insumos líquidos, además se incorporó 55 litros de agua; todos los insumos fueron mezclados hasta obtener una consistencia homogénea. Por último, se procedió a cerrar herméticamente los recipientes y se almacenaron bajo sombra; asimismo, en la parte superior del mismo, se colocó una manguera fina que se utilizó como medio de escape del gas como producto de la fermentación en esta etapa, cabe aclarar que un extremo de la manguera se mantuvo al aire en el interior del recipiente de plástico y el otro extremo fue introducido en un contenedor plástico de 3 litros por el área externa del recipiente. El procedimiento fue similar para la elaboración de ambos fertilizantes. Ver anexo 4.

Tabla 1. *Insumos (materia prima) requeridos en la elaboración de los fertilizantes líquidos.*

Insumo	Cantidad	Unidad de medida
Estiércol	30	Kg

Panela	05	Kg
Leche de vaca	02	Litro
Cáscara de huevo	01	Kg
Chicha de jora fermentada	03	Litro
Ceniza	02	Kg
Polvillo	02	Kg
Agua	55	Litro
Total	100	Litro

Fuente: Elaboración propia.

- **Segunda etapa**

En esta etapa, los insumos pasaron por el proceso de descomposición-fermentación anaeróbico “sin oxígeno”. El proceso de fermentación fue por un total de 45 días, en donde ambos recipientes estuvieron herméticamente cerrados y bajo sombra, durante esta etapa se observó que el contenedor plástico de 3 litros iba almacenando líquido proveniente del contenedor de 100 litros a través de la manguera fina. Ver figura 20.

- **Tercera etapa**

Posteriormente, el líquido resultante de la segunda etapa pasó por el proceso de filtración para así obtener el producto final y ser almacenado en contenedores plásticos de 20 litros, en condiciones óptimas para su reserva y posterior uso, finalmente se realizó el etiquetado para cada fertilizante líquido. Ver figura 24.

Por último, se realizaron el análisis de dos muestras de los fertilizantes líquidos de estiércol de chivo y caballo, de 1 litro por cada fertilizante líquido respectivamente; el cual se realizó mediante un laboratorio, para obtener los parámetros fisicoquímicos tales como el potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (M.O), conductividad eléctrica (C.E), carbono (C), nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), sólidos

totales, calcio total (Ca) y sodio total (Na) y que contienen los fertilizantes líquidos. Ver figura 25 y 26.

3.5.2. Aplicación del fertilizante líquido orgánico

- **Primera etapa**

Con respecto al área de aplicación, se trabajó en un área total de 243 m², el cual estuvo distribuido en dos áreas para cada tipo de fertilizante líquido orgánico a base de estiércol de chivo (GE₁) y caballo (GE₂), y sus respectivas réplicas; y una tercera área que correspondió al grupo control como testigo. Siendo así que, el área para cada tipo de fertilizante líquido orgánico fue de 81 m², haciendo un área de 162 m², y el área testigo fue de 81 m². La separación entre cada área fue de 1 metro; mientras que para la división entre las áreas destinadas para la aplicación de las dosis al 10 % (X₁ y Y₁), 20 % (X₂ y Y₂) y 30 % (X₃ y Y₃), fue por medio de paredes de plástico para cada área de aplicación de los fertilizantes orgánicos respectivamente.

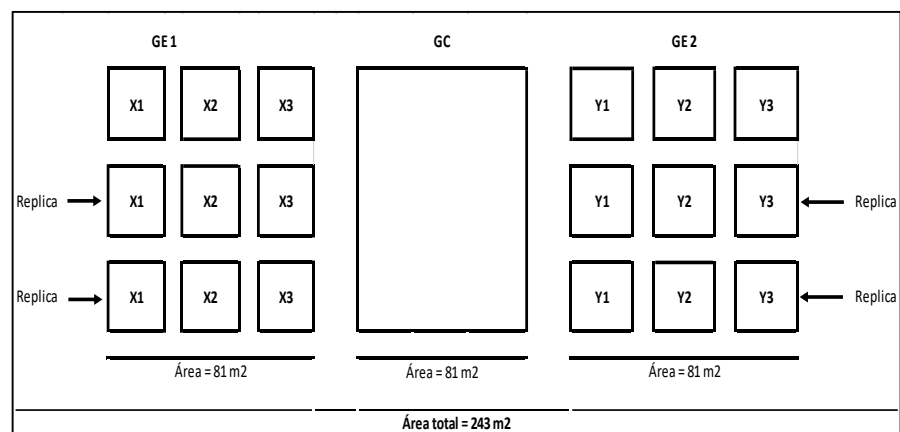


Fig. 1. Estructura del terreno referente a los grupos experimentales.

Posteriormente, se realizó el muestreo teniendo en cuenta el manual de ensayo de materiales para la toma representativa de una muestra, en donde se utilizaron los materiales tales como pala, balanza, bolsa de muestreo hermética, cámara fotográfica, equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), flexómetro, estacas y etiquetas. El proceso consistió en la previa evaluación de los puntos a muestrear, en donde se consideró a 30 cm de profundidad en cinco puntos de muestreo en el suelo pre-prueba con un 1 kg por cada uno de ellos, se mezclaron todas las pre-muestras y se efectuó el cuarteo de suelo, obteniendo una muestra final de 1 kg de suelo envasado en una bolsa hermética debidamente rotulada.

Luego de ello, se realizó el primer análisis de muestra de suelo, para ello se analizó mediante un laboratorio, para obtener las propiedades fisicoquímicas antes de la aplicación de los fertilizantes líquidos a base de estiércol, la muestra consistió en 1 kg de suelo. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos: pH, C.E, M.O, P, K y N. Ver figura 29.

- **Segunda etapa**

Por consiguiente, se ejecutó la preparación del terreno, el cual consistió en la limpieza de maleza, movimiento de suelo (primer arado en seco), bordeo de las tres áreas respectivas, riego del suelo y movimiento de suelo (segundo arado en húmedo). Ver figura 27.

Asimismo, se procedió a realizar la compra, preparación y desinfección de semilla de *Vigna Unguiculata*, para la siembra, que se llevó a cabo manualmente (ver figura 30); y se esperó un plazo aproximadamente de catorce días para la germinación de las semillas. Ver figura 31, 32 y 33.

El siguiente paso fue la aplicación de los fertilizantes líquidos orgánicos a base de estiércol en tres dosis (al 10 %, 20 % y 30 %) disuelto en agua, tales se aplicaron en el área superficial de la planta por medio de un aspersor de plástico de 1 litro por dosis, cabe resaltar que para cada área se tuvo una dosis (X - Y con sus respectivas réplicas) y el terreno estuvo separado por una pared de plástico; teniendo en cuenta la fecha de germinación que fue a los 14 días y del tiempo de floración de la especie de *Vigna Unguiculata (L.) Walp*; la primera aplicación de los fertilizantes líquidos orgánicos se realizó a los 21 días de la siembra, a los 28 días de siembra se realizó la segunda aplicación, después de 35 días de la siembra fue la tercera aplicación y la cuarta aplicación se realizó a los 42 días de siembra. Ver figura 34.

- **Tercera etapa**

El monitoreo se realizó en la etapa de floración y maduración de vainas, se tuvo en cuenta las condiciones presentes en las plantas, para ello se midió el porcentaje de germinación por tipo de fertilizante líquido de estiércol aplicado, y también se evaluaron los parámetros en la planta como la altura, número de flores, número de hojas y vainas. Los datos fueron registrados en hojas del programa Microsoft Excel a partir de la primera aplicación de los fertilizantes orgánicos a base de estiércol, a los 21, 28, 35 y 42 días posteriores a la siembra de *Vigna Unguiculata (L.) Walp*.

El total de plantas monitoreadas como muestra fue de 27, de las cuales 9 correspondieron al área de aplicación del biofertilizante líquido con estiércol de chivo, 9 correspondieron al área de aplicación del biofertilizante líquido con estiércol de caballo, y 9 fueron consideradas del área del grupo control (testigo).

Asimismo, se procedió a realizar el muestreo de suelo pos-prueba, el proceso consistió en la previa evaluación de los puntos a muestrear por área (GE₁, GE₂ y GC), 6 muestras

correspondieron del GE₁ – GE₂ y réplicas respectivamente, y 1 muestra del GC; se consideró a 30 cm de profundidad en el suelo con un 1 kg por cada uno de ellos en donde se efectuó el cuarteo de suelo, obteniendo 7 muestras finales de 1 kg de suelo por cada una de ellas, envasado en bolsas herméticas debidamente rotuladas.

Finalmente, se analizó el segundo análisis de siete muestras de suelo mediante un laboratorio, 1 kg de muestra de suelo respectivamente; donde se obtuvieron las propiedades fisicoquímicas después de la aplicación de los fertilizantes líquidos a base de estiércol, de los sectores al 10 %, 20 % y 30 % del fertilizante líquido de chivo y caballo aplicado al suelo, respectivamente, haciendo la suma de seis muestras de suelo y una restante del total de muestras, correspondió al testigo (grupo control). Se analizaron los parámetros fisicoquímicos: pH, C.E, M.O, P, K y N.

3.6. Método de análisis de datos

En relación del procesamiento de datos en base a las variables y del análisis de los mismos se empleó la estadística descriptiva e inferencial utilizando el programa estadístico informático SPSS y como herramienta estadística a Microsoft Excel 2016, para el desarrollo de tablas y figuras que requerían las variables; con el propósito de evaluar la mejor eficiencia de los tipos de fertilizantes líquidos elaborados de estiércol de chivo y caballo, respectivamente, según el tiempo de tratamiento predeterminado de 21, 28, 35 y 42 días posteriores a la siembra, en que se aplicaron los fertilizantes para así evaluar los parámetros considerados para la especie de *Vigna Unguiculata (L.) Walp*, resaltando la relación existente entre el cultivo y los fertilizantes. Se efectuó el análisis de varianza, prueba de Levene y prueba post hoc, con el objetivo de comprobar la hipótesis con respecto a la variable en estudio.

3.7. Aspectos éticos

La investigación fue realizada con los principios de ética y moral de cada tesista de manera íntegra. Se presentaron los resultados sin ser alterados con la finalidad de mostrar confiabilidad durante el desarrollo y análisis respectivo; igualmente, a través de la norma ISO 690 se respetaron los datos de cada autor al realizar las referencias bibliográficas. En tal sentido se garantiza la credibilidad y veracidad del cumplimiento de la ética de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por sectores antes y después del uso de fertilizantes líquidos de estiércol de chivo y caballo en el cultivo de *Vigna Unguiculata*

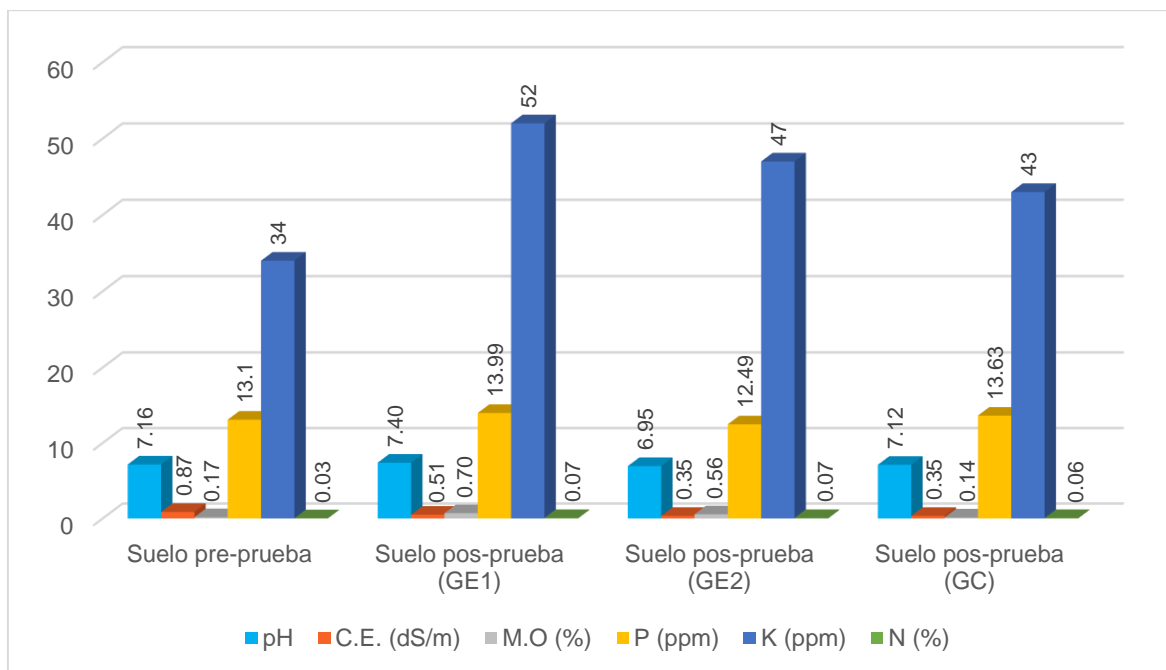


Fig. 2. Tratamiento del suelo con aplicación de 10 % de fertilizante líquido.

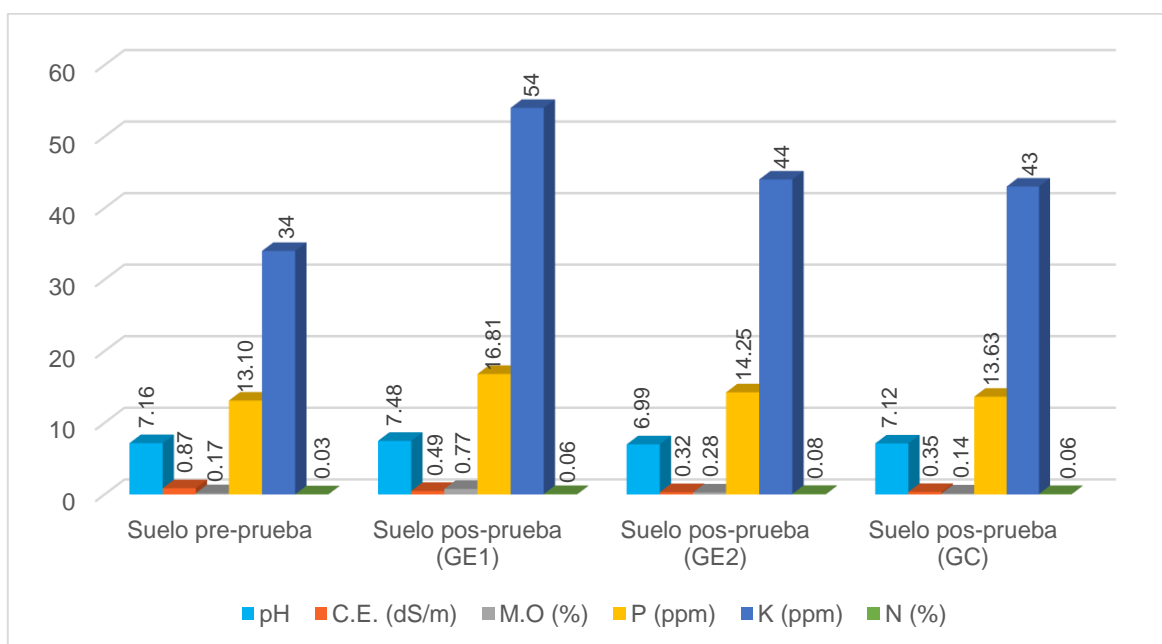


Fig. 3. Tratamiento del suelo con aplicación de 20 % de fertilizante líquido.

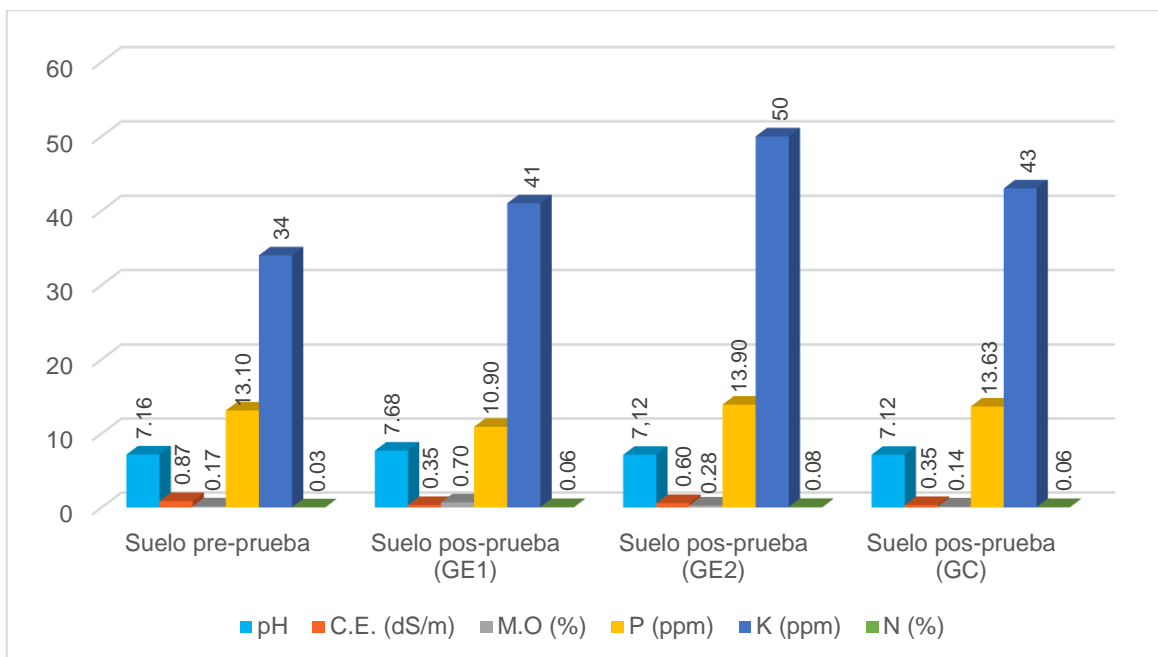


Fig. 4. Tratamiento del suelo con aplicación de 30 % de fertilizante líquido.

En las figuras 2, 3 y 4, se muestran los resultados de las propiedades fisicoquímicas correspondientes al suelo pre-prueba con relación a los tratamientos del suelo pos-prueba (G₁, G₂ y GC) con aplicaciones al 10, 20 y 30 % de dosis de los biofertilizantes líquidos, en donde se obtuvo los mejores resultados del suelo con la aplicación del 20 % de dosis del biofertilizante a base de estiércol de chivo en las propiedades fisicoquímicas de M.O con 0,77 %, P con 16,8 (ppm) y K con 54 (ppm); mientras que con la aplicación al 20 % de dosis del biofertilizante a base de estiércol de caballo se obtuvo los mejores resultados de los parámetros de pH neutro de 6,99 y 0,08 % de N.

4.2. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los fertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y caballo.

Tabla 2. Niveles de parámetros de fertilizantes líquidos en relación al porcentaje.

Parámetro evaluado	X	Y	Total
pH	4,9	4,6	9,46
%	51,8	48,2	100
C.E. (dS/m)	22,68	13,02	35,70
%	63,5	36,5	100
Sólidos totales (g/L)	29,5	14,9	44,39
%	66,4	33,6	100
M.O en solución (g/L)	14,4	6,9	21,2

%	67,6	32,4	100
N total (mg/L)	1045,2	618,2	1663,3
%	62,8	37,2	100
P total (mg/L)	744,3	618,7	1336
%	54,6	45,4	100
K total (mg/L)	2283,3	1133,7	3416,7
%	66,8	33,2	100
Ca total (mg/L)	1435	740	2175
%	66	34,2	100
Mg total (mg/L)	783,3	383,3	1166,7
%	67,1	32,9	100
Na total (mg/L)	875	441,7	1316,7
%	66,5	33,5	100
C (g/L)	8,3	4,0	12,3
%	67,7	32,3	100

X: Biofertilizante líquido de estiércol de chivo.

Y: Biofertilizante líquido de estiércol de caballo.

Fuente: Elaboración propia.

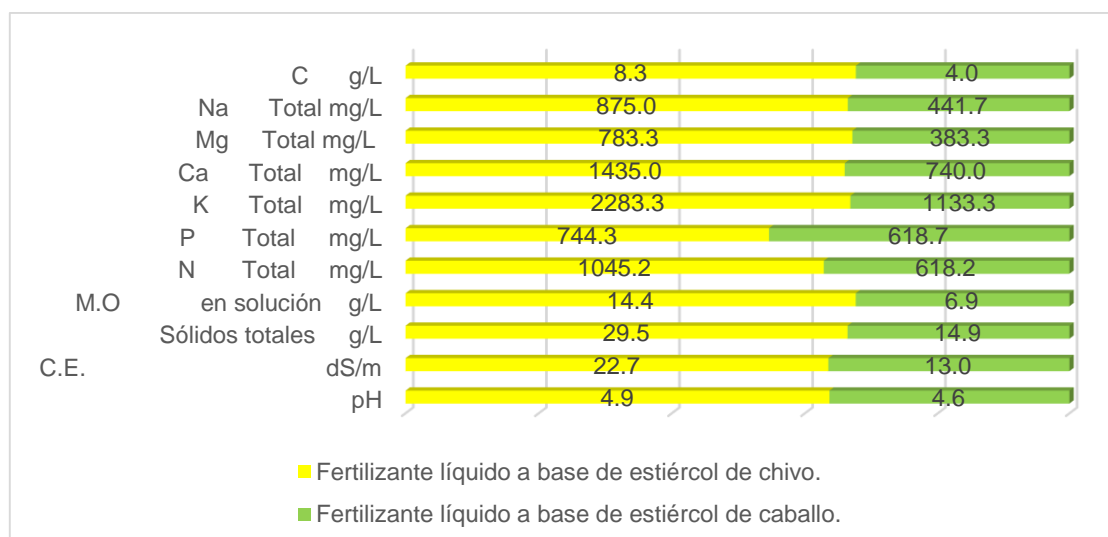


Fig. 5. Propiedades fisicoquímicas de los biofertilizantes.

En la tabla 2 se observa las frecuencias absolutas y porcentaje de las propiedades fisicoquímicas evaluadas en ambos fertilizantes a base de estiércol de chivo (X) y de caballo (Y) respectivamente. En donde los resultados más favorables de acuerdo al contenido de nutrientes y otros parámetros analizados corresponde al fertilizante a base de estiércol de chivo (X) con 22,7 (dS/m) de C.E, 29,5 (g/L) de contenido de sólidos totales, 14,4 (g/L) de M.O, 1435 (g/L) de Ca total, 783,3 (g/L) de Mg total, 875 (g/L) de Na total, 8,3 (g/L) de C, N total con 1045,2 (mg/L), 744,3 (mg/L) de P total y de K total con 2283,3 (mg/L).

Para hallar la diferencia significativa mediante la prueba de Levene, donde se tuvieron como hipótesis:

H₀: Ambos tipos de biofertilizantes tienen una varianza igual.

H₁: Ambos tipos de biofertilizantes no tienen una varianza igual.

Tabla 3. Contraste de hipótesis para determinar la diferencia significativa.

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
							Inferior	Superior	
H0	3,4	,1	1,2	20	,254	297,0364	252,7529	-230,2	824,3
H1			1,2	15,1	,258	297,0364	252,7529	-241,5	835,6

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se observa un p-valor mayor al nivel de significancia (0.05) de ambos tipos de fertilizantes líquidos (X, Y). Lo cual muestra que no existe una diferencia significativa entre ambos tipos de fertilizantes líquidos.

4.3. Análisis del efecto en los parámetros fenológicos que producen las dosis de cada tipo de fertilizante obtenido a base de estiércol de chivo y caballo por sectores en el cultivo de *Vigna Unguiculata*.

Para hallar la diferencia significativa mediante la prueba ANOVA, se tuvieron como hipótesis:

H₀: Se han asumido varianzas iguales con relación a los parámetros fenológicos.

H₁: No se han asumido varianzas iguales con relación a los parámetros fenológicos.

Tabla 4. Análisis de varianza del parámetro altura.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3436,389 ^a	8	429,549	4,123	,003
Intersección	59943,361	1	59943,361	575,303	,000
Grupo	2583,389	2	1291,694	12,397	,000
Dosis	388,222	2	194,111	1,863	,175
Grupo * dosis	464,778	4	116,194	1,115	,370
Error	2813,250	27	104,194		
Total	66193,000	36			

Total corregido 6249,639 35

a. R al cuadrado = ,550 (R al cuadrado ajustada = ,416).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa el análisis de varianza del parámetro altura de la planta en relación a los grupos experimentales y a las tres dosis de aplicación. Se evidenció que entre los grupos experimentales si existe diferencia significativa.

Tabla 5. Comparaciones múltiples de grupos respecto a la altura – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GE ₁	GE ₂	19,25*	4,167	,000	10,70	27,80
	GC	16,33*	4,167	,001	7,78	24,88
GE ₂	GE ₁	-19,25*	4,167	,000	-27,80	-10,70
	GC	-2,92	4,167	,490	-11,47	5,63
GC	GE ₁	-16,33*	4,167	,001	-24,88	-7,78
	GE ₂	2,92	4,167	,490	-5,63	11,47

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 104,194.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se observa se observa las comparaciones múltiples del parámetro altura de la planta en la cual se evidenció que existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ - GC ya que el sig. (0.000) < 0.05. En el GE₂ con el GC no existe diferencia significativa.

Tabla 6. Comparaciones múltiples de dosis respecto a la altura – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-2,33	4,167	,580	-10,88	6,22
	30%	-7,83	4,167	,071	-16,38	,72
20%	10%	2,33	4,167	,580	-6,22	10,88
	30%	-5,50	4,167	,198	-14,05	3,05
30%	10%	7,83	4,167	,071	-,72	16,38
	20%	5,50	4,167	,198	-3,05	14,05

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 104,194.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se observa las comparaciones múltiples respecto a la altura entre las dosis de aplicación de ambos fertilizantes líquidos orgánicos, mostrando que no existe diferencia significativa entre la dosis del 10 %, 20 % y 30 %.

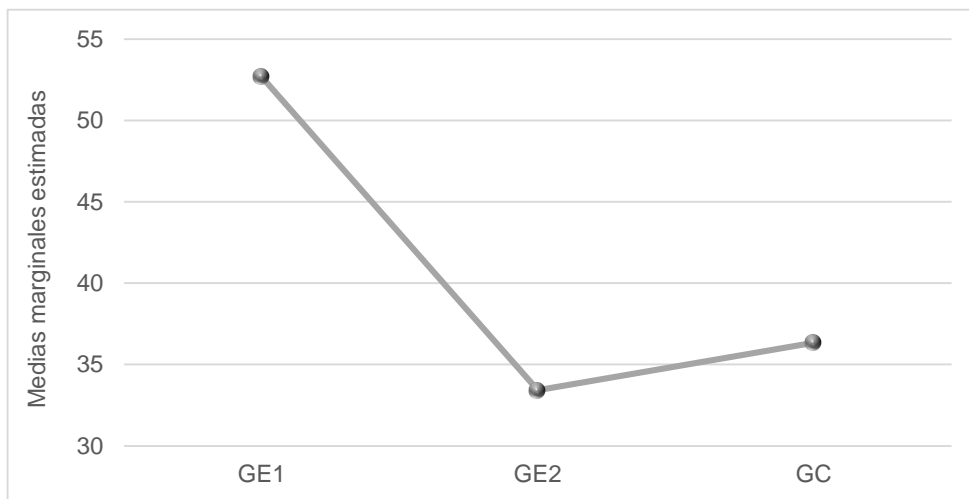


Fig. 6. Medias respecto a los grupos experimentales en la altura.

En la figura 6 se presentan las medias de los grupos experimentales respecto a la altura, donde el promedio del GE₁ es predominante al GE₂ (Ver tabla 19).

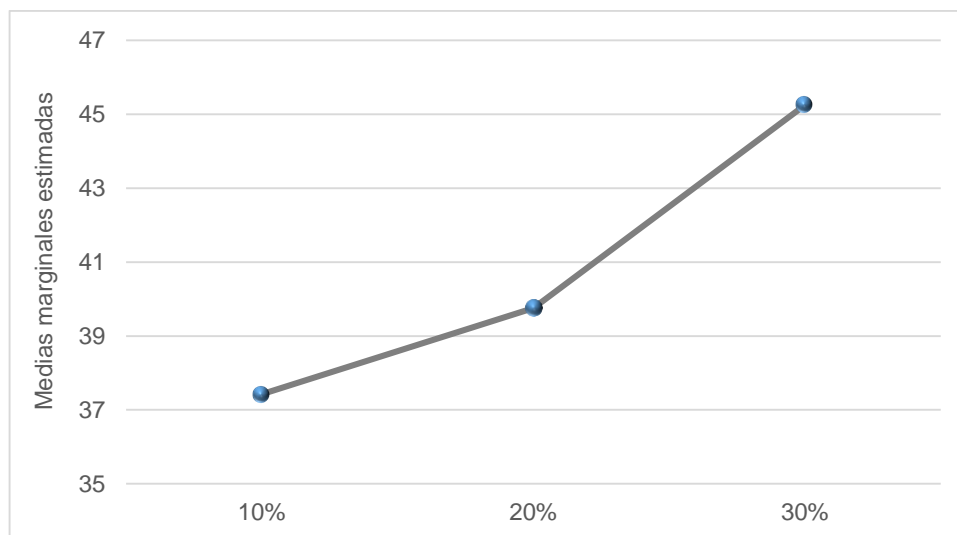


Fig. 7. Medias respecto a las dosis en la altura.

En la figura 7 se muestran las medias de las dosis respecto a la altura mostrándose que el promedio de la dosis al 30 % es destacado con una media de 45,3 (Ver tabla 19).

Tabla 7. Análisis de varianza del parámetro número de hojas.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8320,889 ^a	8	1040,111	3,267	,010
Intersección	237981,361	1	237981,361	747,607	,000
Grupo	2588,222	2	1294,111	4,065	,029
Dosis	2535,722	2	1267,861	3,983	,030
Grupo * dosis	3196,944	4	799,236	2,511	,065
Error	8594,750	27	318,324		
Total	254897,000	36			
Total corregido	16915,639	35			

a. R al cuadrado = ,492 (R al cuadrado ajustada = ,341).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza respecto al número de hojas en la cual se evidenció que entre los grupos experimentales si existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) < 0.05; asimismo, en las dosis también se obtuvo diferencia significativa, y de la interacción entre grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05.

Tabla 8. Comparaciones múltiples de grupos respecto al número de hojas – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GE ₁	GE ₂	17,00*	7,284	,027	2,05	31,95
	GC	18,83*	7,284	,015	3,89	33,78
GE ₂	GE ₁	-17,00*	7,284	,027	-31,95	-2,05
	GC	1,83	7,284	,803	-13,11	16,78
GC	GE ₁	-18,83*	7,284	,015	-33,78	-3,89
	GE ₂	-1,83	7,284	,803	-16,78	13,11

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 318,324.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 8, las comparaciones múltiples respecto al número de hojas en la cual se muestra que existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ –

GC ya que el sig. (0.000) < 0.05. Sin embargo, con GE₂ con el GC no existe diferencia significativa.

Tabla 9. Comparaciones múltiples de dosis respecto al número de hojas – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-8,92	7,284	,231	-23,86	6,03
	30%	-20,50*	7,284	,009	-35,45	-5,55
20%	10%	8,92	7,284	,231	-6,03	23,86
	30%	-11,58	7,284	,123	-26,53	3,36
30%	10%	20,50*	7,284	,009	5,55	35,45
	20%	11,58	7,284	,123	-3,36	26,53

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 318,324.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la tabla 9 se observa las comparaciones múltiples respecto al número de hojas donde no existe diferencia significativa entre la dosis del 10 % y 20 % y 30 %; sin embargo, entre el 10 % y el 30 % si existe diferencia significativa.

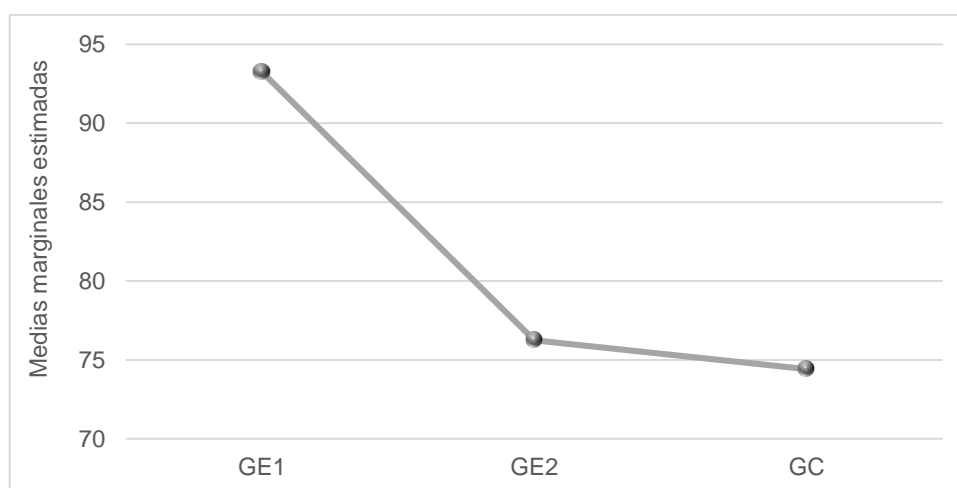


Fig. 8. Medias respecto a los grupos experimentales del número de hojas.

En la figura 8 se muestran las medias de los grupos experimentales respecto al número de hojas mostrándose que el promedio del GE₁ es predominante que el GE₂ (Ver tabla 20).

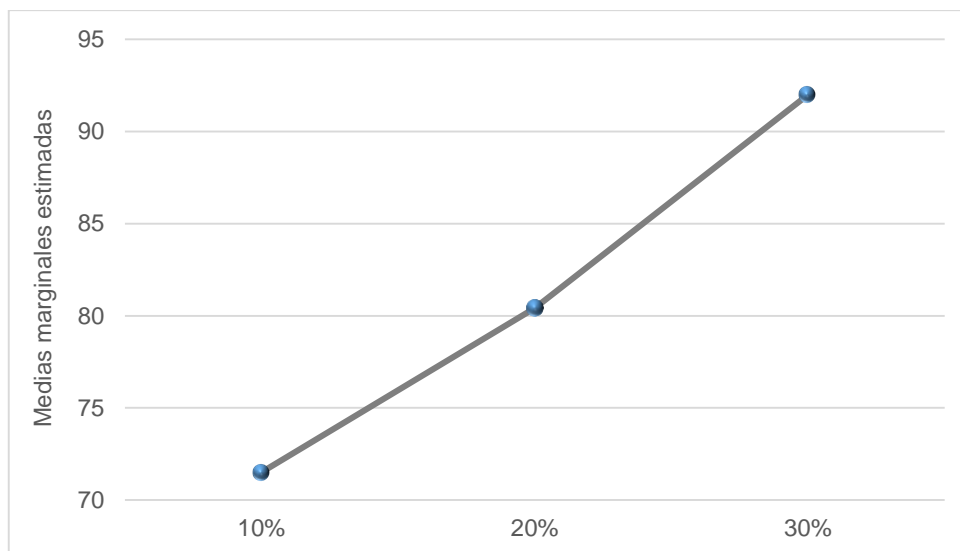


Fig. 9. Medias respecto a las dosis del número de hojas.

En la figura 9 se muestran las medias de las dosis respecto al número de hojas mostrándose que el promedio de la dosis del 30 % es mejor que las dosis del 10 % y 20 % (Ver tabla 20).

Tabla 10. Análisis de varianza respecto al número de vainas.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	497,500 ^a	8	62,187	2,401	,042
Intersección	756,250	1	756,250	29,201	,000
Grupo	212,167	2	106,083	4,096	,028
Dosis	180,500	2	90,250	3,485	,045
Grupo * dosis	104,833	4	26,208	1,012	,419
Error	699,250	27	25,898		
Total	1953,000	36			
Total corregido	1196,750	35			

a. R al cuadrado = ,416 (R al cuadrado ajustada = ,243).

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 10 el análisis de varianza del número de vainas, donde entre los grupos experimentales si existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) < 0.05, en las dosis también hay diferencia significativa; en la interacción de grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05.

Tabla 11. Comparaciones múltiples de los grupos respecto al número de vainas – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GE ₁	GE ₂	3,92	2,078	,070	-,35	8,18
	GC	5,83*	2,078	,009	1,57	10,10
GE ₂	GE ₁	-3,92	2,078	,070	-8,18	,35
	GC	1,92	2,078	,364	-2,35	6,18
GC	GE ₁	-5,83*	2,078	,009	-10,10	-1,57
	GE ₂	-1,92	2,078	,364	-6,18	2,35

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 25,898.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se observa las comparaciones múltiples respecto al número de vainas, se halló que entre el GE₁ y GE₂ no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.070) > 0.05. Mientras que entre el GE₁ y GC si existe diferencia significativa, y en el GE₂ con el GC no existe diferencia significativa.

Tabla 12. Comparaciones múltiples de las dosis respecto al número de vainas – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	-1,25	2,078	,552	-5,51	3,01
	30%	-5,25*	2,078	,018	-9,51	-,99
20%	10%	1,25	2,078	,552	-3,01	5,51
	30%	-4,00	2,078	,065	-8,26	,26
30%	10%	5,25*	2,078	,018	,99	9,51
	20%	4,00	2,078	,065	-,26	8,26

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 25,898.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 se presenta las comparaciones múltiples respecto al número de vainas en donde no existe diferencia significativa entre la dosis del 10 % y 20 %, y entre el 10 % y el 30 % si existe diferencia significativa.

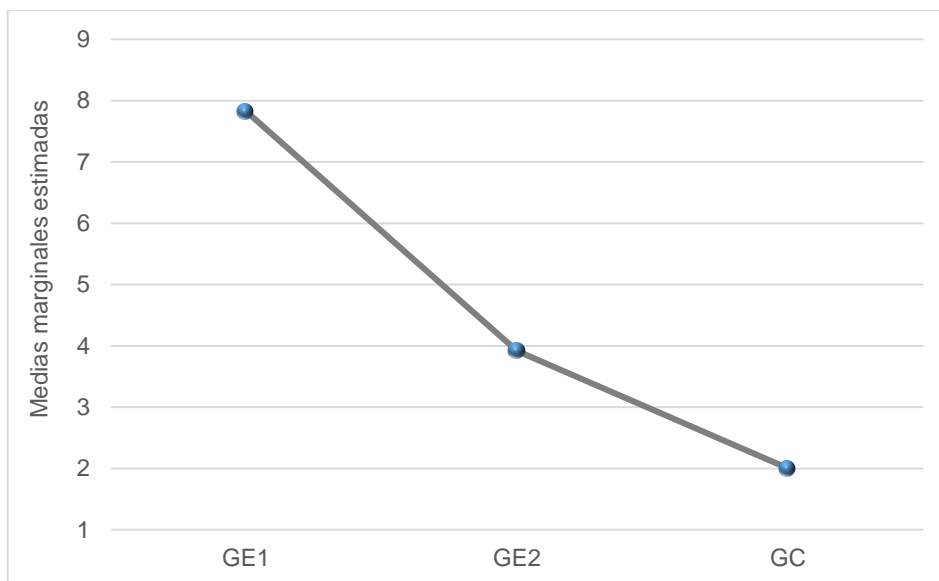


Fig. 10. Medias respecto a grupos experimentales en el número de vainas.

En la figura 10 se muestra las medias de los grupos experimentales respecto al número de vainas mostrándose que el promedio del GE₁ es predominante al GE₂ y al GC. (Ver tabla 21).

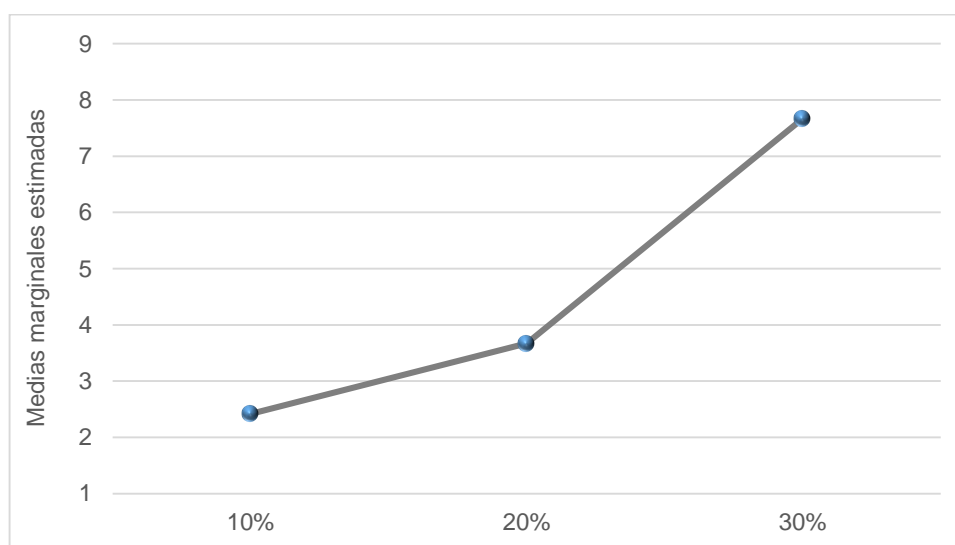


Fig. 11. Medias respecto a las dosis en el número de vainas.

En la figura 11 se muestra las medias de las dosis respecto al número de vainas mostrándose que el promedio de la dosis al 30 % es superior a las dosis del 10 % y 20 % (Ver tabla 21).

Tabla 13. Análisis de varianza respecto al número de flores.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma	gl	Media	F	Sig.

	de cuadrados		cuadrática		
Modelo corregido	126,222 ^a	8	15,778	,716	,675
Intersección	330,028	1	330,028	14,982	,001
Grupo	107,722	2	53,861	2,445	,106
Dosis	12,056	2	6,028	,274	,763
Grupo * dosis	6,444	4	1,611	,073	,990
Error	594,750	27	22,028		
Total	1051,000	36			
Total corregido	720,972	35			

a. R al cuadrado = ,175 (R al cuadrado ajustada = -,069).

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la tabla 13 se observa el análisis de varianza respecto al número de flores evidenciándose que entre los grupos experimentales no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05, asimismo entre las dosis no existe diferencia significativa y respecto a la interacción entre grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05.

Tabla 14. Comparaciones múltiples de los grupos respecto al número de flores – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GE1	GE2	4,17*	1,916	,039	,24	8,10
	GC	2,75	1,916	,163	-1,18	6,68
GE2	GE1	-4,17*	1,916	,039	-8,10	-,24
	GC	-1,42	1,916	,466	-5,35	2,51
GC	GE1	-2,75	1,916	,163	-6,68	1,18
	GE2	1,42	1,916	,466	-2,51	5,35

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 22,028.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14 se observa las comparaciones múltiples respecto al número de flores en donde existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ ya que el sig. (0.039) < 0.05. Asimismo, entre el GE₁ y GE₂ con GC no existe diferencia significativa.

Tabla 15. Comparaciones múltiples de las dosis respecto al número de flores – prueba post hoc.

Comparaciones múltiples						
DMS						
(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10%	20%	1,08	1,916	,576	-2,85	5,01
	30%	1,33	1,916	,492	-2,60	5,26
20%	10%	-1,08	1,916	,576	-5,01	2,85
	30%	,25	1,916	,897	-3,68	4,18
30%	10%	-1,33	1,916	,492	-5,26	2,60
	20%	-,25	1,916	,897	-4,18	3,68

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (error) = 22,028.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se observa las comparaciones múltiples respecto al número de flores donde no existe diferencia significativa entre la dosis del 10 %, 20 % y 30 %. Por consiguiente, la dosis al 20 % con el 30 % tampoco existe diferencia significativa.

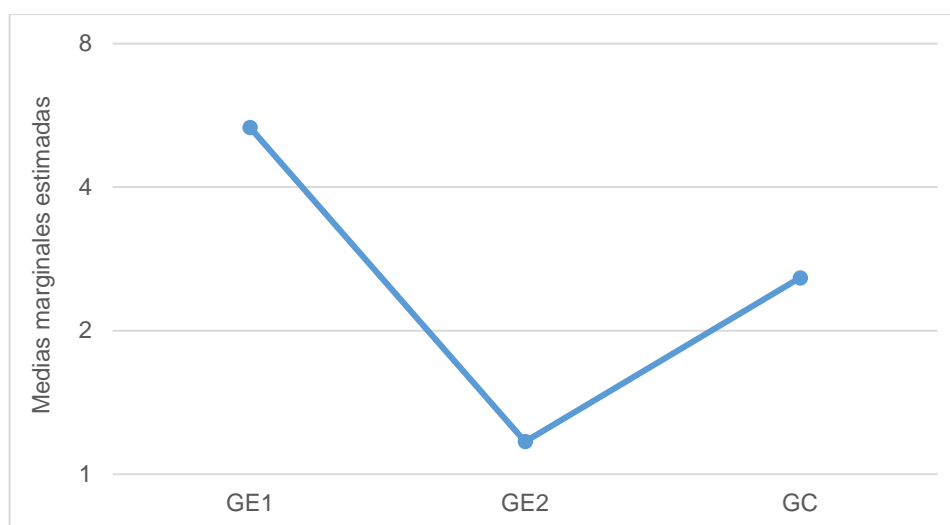


Fig. 12. Medias respecto a los grupos experimentales en el número de flores.

En la figura 12 se muestra las medias de los grupos experimentales respecto al número de flores mostrándose que el promedio del GE₁ es predominante al GE₂. Además, se observa que entre el GE₂ y el GC, el que mayor predomina el GC (Ver tabla 22).

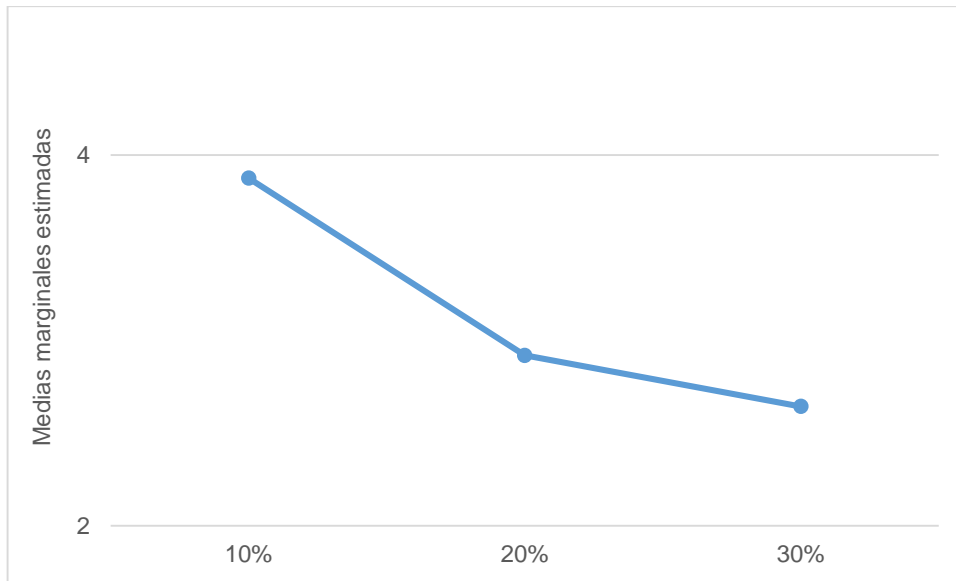


Fig. 13. *Medias respecto a las dosis en el número de flores.*

En la figura 13 se muestra las medias de las dosis respecto al número de flores mostrándose que el promedio de la dosis del 10 % es mejor que las dosis del 20 % y 30 % (Ver tabla 22).

V. DISCUSIÓN

En la figura 2 se observa que los mejores resultados en relación a la aplicación del 10 % de dosis fueron para pH con 6,95 siendo neutro que pertenece al GE₂ (segundo grupo experimental de la aplicación del fertilizante líquido de estiércol de caballo); con respecto al GE₁ (primer grupo experimental de la aplicación del fertilizante líquido de estiércol de chivo) mostró mejores resultados a comparación del suelo pre-prueba y suelo pos-prueba del GE₂ y GC, de N el mejor resultado obtenido correspondió a 0,07 %. En la figura 3 se visualiza que los mejores efectos en relación a la aplicación del 20 %, se muestra que el GE₂ tuvo mejores resultados en pH de 6,99 siendo neutro y N con 0,08 %; el GE₁ mostró mejores resultados a comparación del suelo pre-prueba y suelo pos-prueba del GE₂ y GC, con respecto a M.O el mejor resultado fue de 0,77 % aunque tiene clasificación baja; con respecto a P 16,8 (ppm) siendo de clasificación alta; para K se tuvo 54 (ppm) de clasificación baja. En la figura 4, se muestra que los mejores resultados en relación a la aplicación del 30 %, se muestra que el GE₂ tuvo mejores resultados en N con 0,08 %; el GE₁ mostró mejores resultados a comparación del suelo pre-prueba y suelo pos-prueba del GE₂ y GC. Sin embargo, los parámetros de C.E con 0,87 (dS/m) del suelo pre-prueba fue mayor al suelo pos-prueba en el GE₁ y GE₂.

Lo anterior mencionado es corroborado por Dimas et al. (2001) quien observó en sus resultados las propiedades físicas evaluadas en el suelo antes y después de la aplicación de los bio-abonos; sus datos reflejaron cambios en los valores antes y después de la aplicación; siendo 10 % mayores los valores después de la aplicación. También reafirmado por Montenegro, Nieto y Giraldo (2022), nos indica que la conductividad, el potencial de hidrógeno y el contenido de nitrógeno son las propiedades que presentan una mayor diversidad, y asegura además que no suponen un riesgo al incorporarse a la tierra floral, por el contrario, constituyen al menos un 10 % de materia orgánica, lo que significa que en tal producción es beneficioso para promover la actividad microbiana y mantener las propiedades del suelo en el sistema. Además, Orozco et al. (2016), menciona que las propiedades físicas,

biológicas y químicas del suelo se mejoraron con el uso de fertilizantes orgánicos; con nutrientes naturales, vitaminas, enzimas, antibióticos y mucha vida microbiana para que las plantas sean más sanas, afirmando que los fertilizantes orgánicos líquidos aumentan la actividad biológica del suelo como soporte y sirve de alimento a los microbios que viven en el humus; también, muestra que los fertilizantes orgánicos son muy valiosos porque pueden mejorar la condición, fertilidad y estructura del suelo, reduce la erosión y regular la temperatura del suelo, ayuda al almacenamiento de mayor cantidad de agua y aumenta la materia orgánica.

En la tabla 2 se observa los parámetros fisicoquímicos del fertilizante líquido de estiércol de chivo (X) en cuanto al pH 4,9 siendo fuertemente ácido, 22,7 (dS/m) de C.E, sólidos totales de 29,5 (g/L), de materia orgánica 14,4 (g/L), Ca total de 1435 (g/L), Mg total de 783,3 (g/L), Na total de 875 (g/L), C de 8,3 (g/L), N total de 1045,2 (mg/L), P total de 744,3 (mg/L), K total de 2283,3 (mg/L), siendo estos resultados mayores a los obtenidos en el análisis del fertilizante líquido de estiércol de caballo.

Sin embargo, en la tabla 3 se determinó que no existe diferencia significativa entre el fertilizante líquido a base de estiércol de chivo y de caballo, ya que se observa un p-valores mayores al nivel de significancia (0.05) debido a que el sig. es de 0,254 y 0,258 > 0.05, respectivamente.

Estos datos tienen concordancia con la investigación de Curilla et al. (2022) ya que el pH del bio-abono que elaboraron a través del proceso de digestión anaerobia, la dosis del lactosuero no mostró efecto según el análisis de varianza ya que se reflejó estadísticamente que los tratamientos son iguales, obteniendo un promedio de un pH neutro igual a 7 de los cuatro tratamientos, el cual es superior al obtenido en esta investigación; mientras que para conductividad eléctrica (CE) del bio-abono de la mezcla de estiércol de vaca y de cuatro dosis de lactosuero elaborado por digestión anaeróbica no mostró diferencias significativas, siendo de 5,762 dS.m en promedio, siendo mucho menor al obtenido en esta investigación en el fertilizante a base de estiércol de chivo (p. 90). Por otro lado, Wong y Jiménez (2009), sus resultados

reflejaron que para sólidos sedimentables totales fue de 1,4 % del biofertilizante de estiércol de chivo y para el biofertilizante de estiércol vacuno fue de 0,6 %, con respecto a nitrógeno el biol de chivo fue superior al biol vacuno siendo 1,5 % y 0,2 % respectivamente, y para los valores de pH para ambos bioles fue de 6,2 (chivo) y 4,2 (vaca) estando por debajo del rango óptimo del pH de 6,6, el cual provoca un aumento en la eficacia de la biodigestión. Además, en la investigación de Chilón (1997) la característica más destacada del mencionado análisis es la del nitrógeno con un contenido de 2,21 g/L, con lo cual se garantiza los procesos de síntesis y asimilación para el crecimiento óptimo del cultivo de coliflor, según indica que mayor a 0,2 % contiene alto contenido de nitrógeno.

En la tabla 4 se observa el análisis de varianza respecto a la altura de la planta donde se evidenció que hay diferencia significativa entre los grupos experimentales ya que el sig. (0.000) < 0.05, asimismo, en las dosis no existe diferencia significativa y respecto a la interacción entre el grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.370) > 0.05. En la tabla 5 se presentan las comparaciones múltiples respecto a la altura en la cual se evidenció que entre el GE₁ y GE₂ si existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) < 0.05, además, entre el GE₁ y GC existe diferencia significativa; entre GE₂ y GE₁ si existe diferencia significativa, mientras que GE₂ con el GC no se haya diferencia significativa, respecto al GC con el GE₁ si existe diferencia significativa. En la tabla 6 se presentan las comparaciones múltiples respecto a la altura en la cual se manifiesta que no existe diferencia significativa entre la dosis del 10 % y 20 %, por otro lado, entre las dosis de 10 % y 30 % no existe diferencia significativa; por consiguiente, la dosis de 20 % con 30 % tampoco tienen una diferencia significativa. En la figura 6 se muestra las medias de los grupos experimentales respecto a la altura mostrándose que el promedio del GE₁ es alto, siendo predominante al GE₂, además, se observa que entre el GE₂ y el GC, el que mayor predomina el grupo control. En la figura 7 se muestra las medias de las dosis respecto a la altura mostrándose que el promedio de la dosis del 30 % es mejor que las dosis del 10 % y 20 %.

Los resultados obtenidos por Solís et al. (2021) son similares, ya que manifiesta que con el uso en tratamiento con biofertilizantes, a excepción del biol con adición de estiércol vacuno, los resultados fueron mayor favorable para la altura donde los incrementos fueron entre 14 y 49 %; a comparación del tratamiento testigo donde no hubo uso de biol, sin embargo, estadísticamente la altura fue igual que en los tratamientos de uso químico; para los valores promedio de la altura, a excepción del vermicomposta y biol de estiércol vacuno, todos los tratamientos de uso de bioles fueron superiores a la fertilización inorgánica (p. 8). Asimismo, Díaz (2017) obtuvo en la alfalfa con tres tratamientos en su investigación una altura de 62 cm (sin aplicación de biol), 73 cm (aplicación de 5 cc en 5 litros de agua) y 85 cm (aplicación de 7,5 cc en 5 litros de agua). En tal sentido, los bioles tienen efectos favorables en la altura de las plantas independientemente de los cultivos que sean.

En la tabla 7 se analiza el número de hojas de la planta mediante el análisis de varianza en la cual se demuestra que hay diferencia significativa entre los grupos experimentales ya que el sig. (0.000) < 0.05, igualmente, en las dosis existe diferencia significativa y respecto a la interacción entre el grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05. En la tabla 8 se observa las comparaciones múltiples del número de hojas en la cual existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ ya que el sig. (0.000) < 0.05, mientras que entre el GE₁ y GC también existe diferencia significativa, entre GE₂ con GC no existe diferencia significativa. En la tabla 9 se muestra las comparaciones múltiples del número de hojas en la cual no existe diferencia significativa entre la dosis al 10 % y 20 %, sin embargo, entre el 10 % y 30 % si existe diferencia significativa, y entre 20 % con 30% no tienen una diferencia significativa. En la figura 8 se presenta las medias de los grupos experimentales con relación al número de hojas demostrando que el promedio del GE₁ es predominante al GE₂, también, se observa que entre el GE₂ es predominante al GC. En la figura 9 se muestra las medias de las dosis respecto al número de hojas en donde el promedio de la dosis al 30 % es preferible que las dosis del 10 % y 20 %.

Tales resultados son similares a los hallados por Acosta (2019), donde con el tratamiento del uso del biol de estiércol de aves presentó mejores resultados tanto en la altura, en el peso de las raíces y en el número de hojas de rábano, y con el tratamiento de uso de biol de estiércol de cuy fue con resultados menores al primer tratamiento, sin embargo, ambos bioles son mayor favorable al testigo, incrementando el rendimiento de rabanito y el desarrollo vegetativo (p. 61). Asimismo, Montesinos (2013) manifiesta que el biol en los cultivos agrícolas repercute un efecto favorable, ya que registró en *Lolium perenne* un aumento en el rendimiento del forraje, en la altura, número tallos y hojas por planta.

En la tabla 10 se indica el análisis de varianza respecto al número de vainas de la planta en la cual se muestra que existe diferencia significativa entre los grupos experimentales ya que el sig. (0.000) < 0.05, igualmente, en las dosis existe diferencia significativa y respecto a la interacción entre el grupo y dosis no existe diferencia significativa ya que el sig. (0.000) > 0.05. En la tabla 11 se observa las comparaciones múltiples respecto al número de vainas donde no existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ ya que el sig. (0.070) > 0.05, sin embargo, entre el GE₁ y GC si existe diferencia significativa, mientras que, entre el GE₂ y GC no existe diferencia significativa. En la tabla 12 se evidencia las comparaciones múltiples respecto al número de vainas en el cual no existe diferencia significativa entre la dosis al 10 % y 20 %, sin embargo, entre 10 % y 30 % si existe diferencia significativa, además, el 20 % con el 30 % no presentan una diferencia significativa. En la figura 10 se muestra las medias de los grupos experimentales respecto al número de vainas mostrándose que el promedio del GE₁ es predominante al GE₂, además, se observa que el GE₂ es predominante al GC. En la figura 11 se muestra las medias de las dosis respecto al número de vainas donde el promedio de la dosis del 30 % es más conveniente que las dosis del 10 % y 20 %.

En la tabla 13 se observa el análisis de varianza respecto al número de flores de la planta en la cual no existe diferencia significativa entre los grupos experimentales ya que el sig. (0.000) > 0.05, igualmente, no existe diferencia

significativa entre dosis y entre la interacción de grupo y dosis ya que el sig. (0.000) > 0.05. En la tabla 14 se presenta las comparaciones múltiples respecto al número de flores donde si existe diferencia significativa entre el GE₁ y GE₂ ya que el sig. (0.039) < 0.05, mientras que, el GE₁ y GE₂ con GC no existe diferencia significativa. En la tabla 15 se muestran las comparaciones múltiples respecto al número de flores no existiendo diferencia significativa entre la dosis del 10 % y 20 %, entre el 10 % y el 30 % tampoco existe diferencia significativa, además 20 % con 30% no posee diferencia significativa. En la figura 12 se presenta las medias de los grupos experimentales respecto al número de flores donde el promedio del GE₁ es mayor favorable que el GE₂, y entre el GE₂ y el GC, el que mayor predomina es GC. En la figura 13 se muestra las medias de las dosis respecto al número de flores demostrando que el promedio de la dosis del 10 % es preferible a las dosis del 20 % y 30 %.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Sakthivel et al. (2022), quien desarrolló tres tipos de biofertilizantes líquidos: Panchagavya, Beejamrutha y Jeevamrutha, aplicados a concentraciones diferentes y evaluando parámetros morfológicos de la planta tanto su crecimiento, como la longitud de su raíz, altura, la longitud de los brotes y el número de flores logrando un crecimiento de la planta significativamente mayor en comparación con el control, logrando excelente crecimiento aplicando fertilizantes líquidos ecológicos y de bajo costo. Por otro lado, Moreno y Cano (2002) en su investigación concluye que el tratamiento con estiércol de caballo fresco y seco, composteado y sin composteo, generan mayor número de lombrices y mayor número de capullos (p. 44). Igualmente, Ortiz et al. (2008) con tratamiento de estiércol de caballo con paja hallaron el mayor número de capullos en relación con los adultos sobrevivientes, encontrando una relación de 5,9 capullos (p.18).

VI. CONCLUSIONES

1. El biofertilizante líquido elaborado a base de estiércol de chivo, demostró resultados positivos en las propiedades fisicoquímicas del suelo pos-prueba al 20 % de la dosis aplicada en 4 fechas por el plazo de 4 semanas de su uso, en comparación con los resultados del suelo pre-prueba.
2. Las propiedades fisicoquímicas como pH (4,9), conductividad eléctrica (22,7 dS/m), sólidos totales (29,5 g/L), M.O (14,4 g/L), N total (1045,2 mg/L), P total (744,3 mg/L), K total (2283,3 mg/L), Ca total (1435 g/L), Mg total (783,3 g/L), Na total (875 g/L) y C (8,3 g/L) del fertilizante líquido elaborado a base de estiércol de chivo como producto de un proceso anaeróbico de 45 días fueron mayores a los resultados del fertilizante líquido a base de estiércol de caballo. Sin embargo, estadísticamente no mostraron una diferencia significativa.
3. Los parámetros fenológicos de *Vigna Unguiculata* evaluados a los 42 días posteriores a la siembra fueron superiores con una aplicación al 30 % de dosis del fertilizante líquido elaborado a base de estiércol de chivo, en comparación del suelo pos-prueba con aplicación del biofertilizante a base de estiércol de caballo y del suelo testigo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Analizar las propiedades fisicoquímicas del suelo para poder utilizar el fertilizante líquido orgánico más adecuado y su porcentaje de aplicación necesaria.
2. Para la elaboración de fertilizante líquido orgánico es necesario tener en cuenta los factores primordiales en el transcurso de su elaboración, como la humedad, oxígeno y temperatura. Estos factores son importantes porque ayudan a los microorganismos a descomponer la materia orgánica y convertirla en un fertilizante rico en nutrientes que los cultivos pueden absorber.
3. En el crecimiento de plantas de *Vigna Unguiculata* se recomienda aplicar fertilizante líquido orgánico a base de estiércol de chivo con la técnica ferdin teniendo en cuenta la dosis de 30 % cada 8 días durante cuatro meses.

REFERENCIAS

ACOSTA, Rogelio. Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido Biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo. [en línea]. Junio 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/6031>

ALEGBELEYE, Oluwadara y SANTANA, Anderson. Manure-borne pathogens as an important source of water contamination: An update on the dynamics of pathogen survival/transport as well as practical risk mitigation strategies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [en línea]. Junio 2020, vol. 227. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113524>
ISSN: 1438-4639

ALFA, M. et al. Assessment of biofertilizer quality and health implications of anaerobic digestion effluent of cow dung and chicken droppings. *Renewable Energy* [en línea]. Marzo 2014, vol. 63, pp. 681-686. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.09.049>
ISSN: 0960-1481

ANDRADE, Andréia et al. Changes in physical properties and organic carbon of a Kandiodox fertilized with manure. *Ciência Rural* [en línea]. Mayo 2016, vol. 46, pp. 809-814.
Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150540>

ARDEBILI, Seyed. Green electricity generation potential from biogas produced by anaerobic digestion of farm animal waste and agriculture residues in Iran. *Renewable energy* [en línea]. Julio 2020, vol. 154, pp. 29-37. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.102>
ISSN: 0960-1481

AURORA, Edward y BARRERA, Eduardo. Obtención de bioetanol a partir de los residuos fermentables de mango y determinación de parámetros óptimos de destilación. 2014, pp. 12-20. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2054>

CANDO, Sucre y MALCA, Leocadio. Desarrollo de un abono orgánico líquido tipo biol usando un proceso anaerobio en bio-reactores simples. *Manglar*, 2017, vol. 13, no. 1, pp. 35-40. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2016.005>

CAPULIN, Juan et al. Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *Revista Chapingo. Serie horticultura* [en línea]. Mayo-agosto 2011, vol. 17, no. 2, pp. 105-114. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200004

ISSN: 2007-4034

CHANG, Tian y ZHU, Xin. Source–sink interaction: a century old concept under the light of modern molecular systems biology. *Journal of Experimental Botany* [en línea]. Octubre 2017, vol. 68, no. 16, pp. 4417-4431. Disponible en:

<https://doi.org/10.1093/jxb/erx002>

CHILÓN, C. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas, prácticas de campo, invernadero y laboratorio. Universidad Mayor de San Andrés. *EMI CIDAT. La Paz, Bolivia*, 1997, pp. 22-71.

CURILLA y FLORES. Efecto del lactosuero en la producción del biogás y las características del bioabono y biol utilizando estiércol de vacuno en un biodigestor Batch en Sicaya-2021. [en línea]. Abril 2022. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/11106>

DE MELO, Thadeu et al. Biogenic aggregation intensifies soil improvement caused by manures [en línea]. 2019, pp. 186-193. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.017>

ISSN: 0167-1987

DÍAZ, Sandy. Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca. 2017. Tesis (título profesional como ingeniero ambiental). Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, pp. 13. Disponible en:

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/215/Tesis%20Final.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

DIMAS, José et al. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana* [en línea]. 2001, vol. 19, no 4, pp. 293-299. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>

ISSN: 2395-8030

DU, Tian-Yu et al. Positive effects of organic fertilizers and biofertilizers on soil microbial community composition and walnut yield. *Applied Soil Ecology* [en línea]. Julio 2022, vol. 175. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104457>

ISSN: 0929-1393

EHMANN, Andrea et al. Phosphates recycled from semi-liquid manure and digestate are suitable alternative fertilizers for ornamentals. *Scientia Horticulturae* [en línea]. Enero 2019, vol. 243. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2022]. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818306046>

ISSN: 0304-4238

FAO. World fertilizer trends and outlook to 2018. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Reporte, 2015.

FERNÁNDEZ, Marina et al. Liquid fertilizer production from organic waste by conventional and microwave-assisted extraction technologies: Techno-economic and environmental assessment. *Science of the Total Environment* [en línea]. Febrero 2022, vol. 806. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150904>

ISSN: 0048-9697

GAMBOA, Cristhian et al. Efecto de los fertilizantes orgánicos líquidos fermentados en la conductividad eléctrica y concentración de micronutrientes en el suelo cultivado con *Lactuca sativa L* y *Spinnacca oleraceae L*. En *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La*

Plata). 2015.

GENG, Yuhui et al. Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution. *PloS one* [en línea]. Julio 2019, vol. 14, no. 7. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219512>

GONZÁLES, P. Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Asesoría Técnica Parlamentaria*, 2019, vol. 1, no 1, pp. 1-5.

HE, Zhongqi; PAGLIARI, Paulo y WALDRIP, Heidi. Applied and environmental chemistry of animal manure: a review. *Pedosph* [en línea]. Diciembre 2016, vol. 26, pp. 779–816. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(15\)60087-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(15)60087-X)

ISSN: 1002-0160

HOU, Jiaqi et al. Response of microbial community of organic-matter-impoverished arable soil to long-term application of soil conditioner derived from dynamic rapid fermentation of food waste. *PloS one* [en línea]. Abril 2017, vol. 12, no. 4. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175715>

HUANG, Zhida et al. Novel liquid organic fertilizer: A potential way to effectively recycle spent mushroom substrate. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Noviembre 2022, vol. 376. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134368>

ISSN: 0959-6526

HUI, Li et al. Chemical fertilizers could be completely replaced by manure to maintain high maize yield and soil organic carbon (SOC) when SOC reaches a threshold in the Northeast China Plain. *Journal of integrative agricultura* [en línea]. Abril 2017, vol. 16, no. 4, pp. 937-946. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311916615599>

ISSN: 2095-3119

KAH, Melanie y THILO, Hofmann. A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. *Nature nanotechnology*

[en línea]. Mayo 2018, vol. 13, no 8, pp. 677-684. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41565-018-0131-1>

KARMEGAM, Natchimuthu et al. Precomposting and green manure amendment for effective vermitransformation of hazardous coir industrial waste into enriched vermicompost. *Bioresource Technology* [en línea]. Enero 2021, vol. 319. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124136>
ISSN: 0960-8524

LI, Chao y CAI, Rong. Preparation of solid organic fertilizer by co-hydrothermal carbonization of peanut residue and corn cob: A study on nutrient conversion. *Science of The Total Environment* [en línea]. Septiembre 2022, vol. 838. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155867>
ISSN: 0048-9697

LIU, Yifang et al. An evaluation of China's agricultural green production: 1978–2017. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Enero 2020, vol. 243. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619333530>
ISSN: 0959-6526

LIU, Zhe et al. Long-term organic fertilization improves the productivity of kiwifruit (*Actinidia chinensis Planch.*) through increasing rhizosphere microbial diversity and network complexity. *Applied Soil Ecology* [en línea]. Marzo 2020, vol. 147. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103426>
ISSN: 0929-1393

LLUZAR, P. Ficha Sector Perú: Fertilizantes en Perú. 2019. [en línea]. ICEX. 17 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019819665.html>

LOSS, Arcângelo et al. Carbon, nitrogen and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in biogenic and physico-genic aggregates in a soil with 10 years of pig manure application. *Soil and Tillage Research* [en línea]. Marzo 2017, vol. 166, pp. 52-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.10.007>

ISSN: 0167-1987

LU, Hua et al. Effect of the grain-growing purpose and farm size on the ability of stable land property rights to encourage farmers to apply organic fertilizers. *Journal of environmental management* [en línea]. Diciembre 2019, vol. 251. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109621>

ISSN: 0301-4797

LU, Qian y XIAO, Yu. From manure to high-value fertilizer: The employment of microalgae as a nutrient carrier for sustainable agriculture. *Algal Research* [en línea]. Septiembre 2022, vol. 67. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926422002260>

ISSN: 2211-9264

MAHAMI, Tahiru et al. Microbial food safety risk to humans associated with poultry feed: the role of irradiation. *International journal of food science* [en línea]. Enero 2019, vol. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/6915736>

MONTENEGRO, NIETO y GIRALDO. Efecto de prácticas agroecológicas en la conservación del suelo de la Zona de Reserva Campesina de San Isidro, Pradera, Valle del Cauca. *Entramado* [en línea]. Octubre 2022, vol. 18, no 2. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8002>

ISSN: 2539-0279

MONTESINOS, Dayal. Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto. *Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador*, 2013.

MORENO y CANO. Tasa reproductiva de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en diferentes sustratos orgánicos. *Rev Chapingo Serie Zonas Áridas*, 2002, vol. 3, pp. 41-46.

MORUGÁN, Alicia et al. The impact of intercropping, tillage and fertilizer type on soil and crop yield in fruit orchards under Mediterranean conditions: A meta-analysis of field studies. *Agricultural Systems* [en línea]. Febrero 2020, vol. 178. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102736>

ISSN: 0960-1481

MURILLO, W. La investigación científica [en línea]. [consultado el 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica>

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS PRC. *China Statistical Yearbook 2002 (Chinese-English Edition)*. China statistics press, 2002.

OROZCO, Alfonso et al. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Diciembre 2016, vol. 34, no 4, pp. 441-456. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400441

ISSN: 0187-5779

ORTIZ et al. Comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) en diferentes sustratos. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* [en línea] 2008, vol. 7, no 1, pp. 15-19. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545066003>

ISSN: 2007-526X

PAN, Yonghui et al. The source–sink balance during the grain filling period facilitates rice production under organic fertilizer substitution. *European Journal of Agronomy* [en línea]. Marzo 2022, vol. 134. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126468>

ISSN: 1161-0301

PERALTA, Liliana; JUSCAMAITA, Juan y MEZA, Víctor. Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología aplicada* [en línea]. Julio 2016, vol. 15, no. 1, pp. 1-10. Disponible: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162016000100001

ISSN: 1726-2216

POTESTA, Joanna. Efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (*theobroma cacao l.*) orgánico en el centro poblado alto Palcazú. 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1424>

PURDY, Andrew et al. Towards sustainable farming: Feasibility study into energy recovery from bio-waste on a small-scale dairy farm. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Febrero 2018, vol. 174, pp. 899-904. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617326690>

ISSN: 0959-6526

QIAN, Long et al. Rice vs. Wheat: Does staple food consumption pattern affect food waste in Chinese university canteens? *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Enero 2022, vol. 176. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105902>

ISSN: 0921-3449

QUIÑONES, Henry et al. Quality assessment of a liquid fertilizer produced through homolactate fermentation from alpaca faeces. *Ecología Aplicada* [en línea]. Julio-Diciembre 2016, vol. 15, no. 2, pp. 133-142. Disponible en: <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.753>

ISSN: 1726-2216

RAZA, Syed et al. Reuse of agricultural wastes, manure, and biochar as an organic amendment: A review on its implications for vermicomposting technology. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Agosto 2022, vol. 360. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132200>

ISSN 0959-6526

SAINJU, Upendra. Improving nitrogen balance with irrigation practice and cropping system. *Journal of Soil and Water Conservation* [en línea]. Noviembre 2019, vol. 74, no. 6, pp. 622-631. Disponible en: <https://doi.org/10.2489/jswc.74.6.622>

SAMORAJ, Mateusz et al. The challenges and perspectives for anaerobic digestion of animal waste and fertilizer application of the digestate. *Chemosphere* [en

línea]. Mayo 2022, vol. 295. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133799>

ISSN: 0045-6535

SAKTHIVEL, Selvakumar et al. Quantitative and qualitative analysis of bottle gourd (Lagenaria siceraria): Impact of organic liquid fertilizer. *Energy Nexus* [en línea]. Marzo 2022, vol. 5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100055>

ISSN: 2772-4271

SINGH, Monika et al. Plant growth promoting rhizobacteria: application in biofertilizers and biocontrol of phytopathogens. *PGPR amelioration in sustainable agriculture* [en línea]. Octubre 2019, pp. 41-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815879-1.00003-3>

ISBN: 9780128158791

SOLÍS-OBA, Myrna, et al. Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.*). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* [en línea]. Agosto 2021, vol. 4, no 3, pp. 3649-3662. Disponible en: <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-070>

USMAN, Muhammad et al. Nanotecnología en la agricultura: estado actual, desafíos y oportunidades futuras. *Ciencia del medio ambiente total* [en línea]. Junio 2020, vol. 721. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720312900>

ISSN: 0048-9697

VANDERMEERSCH, Tom et al. Environmental sustainability assessment of food waste valorization options. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Junio 2014, vol. 87, pp. 57-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.008>

ISSN: 0921-3449

VAN WESENBEECK, C. F. A. et al. Can China's overuse of fertilizer be reduced without threatening food security and farm incomes? *Agricultural Systems* [en

línea]. Mayo 2021, vol. 190. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21000469#bb0150>
ISSN: 0308-521X

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*. 2009, vol. 33, pp. 155-165. Diponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
ISSN: 0379-7082

WANG, Quan et al. Evaluation of medical stone amendment for the reduction of nitrogen loss and bioavailability of heavy metals during pig manure composting. *Bioresource Technology* [en línea]. Noviembre 2016, vol. 220, pp. 297-304. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.08.081>
ISSN: 0960-8524

WONG, M.; JIMÉNEZ, E. Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) en fase de vivero. [en línea]. Febrero 2009. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/509>

YUAN, Tian et al. Fertilizer potential of liquid product from hydrothermal treatment of swine manure. *Waste Management* [en línea]. Julio 2018, vol. 77, pp. 166-171. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.018>
ISSN: 0956-053X

ANEXOS

- Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables.


Tabla 16. Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Fertilizantes líquidos de estiércol	Los fertilizantes líquidos de estiércol, son abonos naturales que consisten principalmente de heces y orinas de animales de granja. Además, provee nutrientes en la producción agrícola, reduciendo efectos contaminantes al ambiente e inicia un ahorro económico al productor (Capulin et al., 2011, p. 1).	Se elaboró el fertilizante líquido utilizando estiércol de animales de granjas de acuerdo al procedimiento descrito y se aplicó a diferentes dosis al cultivo de <i>Vigna Unguiculata</i> .	Parámetros fisicoquímicos	Potencial de hidrógeno (pH)	Nominal
				Conductividad eléctrica (dS/m)	Razón
				Sólidos totales (g/L)	Razón
				Materia orgánica (M.O)	Razón
				Nitrógeno total (mg/L)	Razón
				Fósforo total (mg/L)	Razón
				Potasio total (mg/L)	Razón
				Calcio total (mg/L)	Razón
				Magnesio total (mg/L)	Razón
				Sodio total (mg/L)	Razón
			Tipos de estiércol	Estiércol de chivo	Nominal
				Estiércol de caballo	Nominal

			Dosis de aplicación	Primera dosis al 10%	Razón			
				Segunda dosis al 20%	Razón			
				Tercera dosis al 30%	Razón			
				De agua	Razón			
Variable dependiente: Mejora de la eficiencia en el cultivo de <i>Vigna Unguiculata</i> .	Efecto de los fertilizantes líquidos de estiércol en la productividad del cultivo de <i>Vigna Unguiculata</i> (Liu et al.,2020, p. 2). Debido a la adición de biofertilizantes; que interviene en los procesos de crecimiento de los cultivos, promoviendo las interacciones biológicas de microorganismos beneficiosos para el mejoramiento de la fertilidad del suelo (Du et al., 2022, p. 1).	Se evaluará por medio de las dimensiones: propiedades químicas del suelo y parámetros de <i>Vigna Unguiculata</i> .	Propiedades químicas del suelo	Potencial de hidrógeno (pH)	Nominal			
				Conductividad eléctrica (dS/m)	Nominal			
				Materia orgánica (%)	Razón			
				Fósforo (ppm)	Razón			
							Potasio (ppm)	Razón
							Nitrógeno (%)	Razón
						Parámetros fenológicos de <i>Vigna Unguiculata</i>	Altura de la planta	Nominal
							Cantidad de hojas	Nominal
							Cantidad de flores	Nominal
							Cantidad de vainas	Nominal

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 2: Evaluación por juicio de expertos.


Universidad César Vallejo

INFORME DE OPINION EN RELACION A LA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

5.1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: Misael Villaverta González

5.1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente UCV

5.1.3. Especialidad del experto: Mg. Ing. Químico

V.I ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado					85%
OBJETIVIDAD	Está expresado de manera coherente y lógica					85%
PERTINENCIA	Responde a la necesidades internas y externas de la investigación					85%
ACTUALIDAD	Está de acuerdo para valorar aspectos y estrategias de actualidad					85%
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad					85%
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones					85%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					85%
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigación					85%
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuada al tipo de usuarios a quienes se dirige el instrumento.					85%
METODOLÓGICA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85%

VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:
¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85%

Trujillo, 26 de junio del 2023.

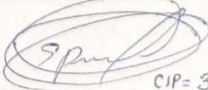

 Firma de experto informante
 CIP= 34428

Fig. 14. Ficha 1 de evaluación de juicio por expertos.



INFORME DE OPINION EN RELACION A LA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

- 5.1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: *Karol Mendoza Villanueva*
- 5.1.2. Cargo e Institución donde labora: *Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior.*
- 5.1.3. Especialidad del experto: *Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior.*

V.I ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado				70%	
OBJETIVIDAD	Está expresado de manera coherente y lógica				70%	
PERTINENCIA	Responde a la necesidades internas y externas de la investigación				80%	
ACTUALIDAD	Está de acuerdo para valorar aspectos y estrategias de actualidad				75%	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad			42%		
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones					90%
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				80%	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigación				80%	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuada al tipo de usuarios a quienes se dirige el instrumento.					90%
METODOLÓGICA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					90%

VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?.....

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 76.7%

Trujillo; 26 de Junio del 2023.

[Firma]
 ING. M. SC. KAROL MENDOZA VILLANUEVA
 Ingeniera
 Agroindustrial y Comercio Exterior
 CIP N° 244442

Firma de experto informante

Fig. 15. Ficha 2 de evaluación de juicio por expertos.



INFORME DE OPINION EN RELACION A LA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

- 5.1.1. Apellidos y nombres del informante. Dr./Mg.: *Jesus Cruz Escobedo*
- 5.1.2. Cargo e Institución donde labora: *Ingeniero Agroindustrial*
- 5.1.3. Especialidad del experto: *Ingeniero Agroindustrial*

V.I ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

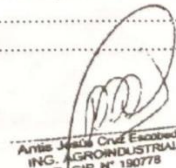
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con el lenguaje apropiado				70%	
OBJETIVIDAD	Está expresado de manera coherente y lógica				70%	
PERTINENCIA	Responde a la necesidades internas y externas de la investigación				70%	
ACTUALIDAD	Está de acuerdo para valorar aspectos y estrategias de actualidad				70%	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad				70%	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones				70%	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				70%	
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigación				70%	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuada al tipo de usuarios a quienes se dirige el instrumento.				70%	
METODOLÓGICA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				70%	

VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación? *?*

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *70%*

Trujillo; 26 de Junio del 2023.



Jesús Cruz Escobedo
ING. AGROINDUSTRIAL
R. CIP. N° 130778

Firma de experto informante

Fig. 16. Ficha 3 de evaluación de juicio por expertos.


TITULO: Fertilizantes líquidos de estiércol y su efecto en el cultivo de *Vigna Unguiculata* en el distrito de La Unión-Piura, 2023

AUTORES: Hidalgo Saavedra, Jorman Carlos y Vilchez Pingo, Cinthya Elizabeth

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACION								
			Conductividad (dS/m ²)	Sólidos totales g/L	Materia Orgánica	Nitrógeno mg/L	Fósforo mg/L	Calcio Mg/L	Magnesio mg/L	Sodio mg/L	Carbono g/L
<p>Independiente:</p> <p>Fertilizantes líquidos de estiércol</p>	<p>Los fertilizantes líquidos de estiércol, son abonos naturales que consisten principalmente de heces y orinas de animales de granja. Además, provee nutrientes en la producción agrícola, reduciendo efectos contaminantes al ambiente e inicia un ahorro económico al productor (Capulín et al., 2011, p. 1)</p>	<p>Se dividen en los siguientes grupos:</p> <p>a. Estiércol de chivo GE1: 10%, 20% Y 30%</p> <p>b. Estiércol de caballo GE2: 10%, 20% Y 30%</p> <p>GC: Control suelo no tratado.</p>									
<p>Dependiente:</p> <p>Cultivo de <i>Vigna Unguiculata</i></p>	<p>Efecto de los fertilizantes líquidos de estiércol en la productividad del cultivo de <i>Vigna Unguiculata</i> (Liu et al., 2020, p. 2). Debido a la adición de biofertilizantes; que interviene en los procesos de crecimiento de los cultivos, promoviendo las interacciones biológicas de microorganismos beneficiosos para el mejoramiento de la fertilidad del suelo (Du et al., 2022, p. 1).</p>	<p>Las propiedades fisicoquímicas del suelo y rendimiento de <i>Vigna Unguiculata</i> y parámetros fenológicos, altura, número de hoja, flores y vainas.</p>									


 ING. M.Sc. KAROL MENDOZA VILLANUEVA
 Ingeniera
 Agroindustrial y Comercio Exterior
 CIP N° 244442




 Arístides Jesús Cruz Escobedo
 ING. AGROINDUSTRIAL
 R. CIP. N° 190778



Mg. Ing. Químico Misael Villacorta González
CIP 34428



ING. M.Sc. KAROL MENDOZA VILLANUEVA
Ingeniera
Agroindustrial y Comercio Exterior
CIP N° 244442



Artilis Jesús Cruz Escobedo
ING. AGROINDUSTRIAL
R. CIP. N° 190778

REFERENCIAS

- LIU, Zhe et al. Long-term organic fertilization improves the productivity of kiwifruit (*Actinidia chinensis Planch.*) through increasing rhizosphere microbial diversity and network complexity. *Applied Soil Ecology* [en línea]. Marzo 2020, vol. 147. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103426> ISSN: 0929-1393
- DU, Tian-Yu et al. Positive effects of organic fertilizers and biofertilizers on soil microbial community composition and walnut yield. *Applied Soil Ecology* [en línea]. Julio 2022, vol. 175. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104457> ISSN: 0929-1393
- CAPULIN, Juan et al. Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *Revista Chapingo. Serie horticultura* [en línea]. Mayo-agosto 2011, vol. 17, no. 2, pp. 105-114. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200004 ISSN: 2007-4034

Fig. 17. Matriz de evaluación de juicio por expertos de la tabla de operacionalización.

- **Anexo 3: Recolección de datos.**

Tabla 17. *Ficha técnica de recolección de datos del tiempo de floración.*

Tiempo de floración					
N° día posterior a siembra	N° muestra	N° altura	N° hojas	N° vainas	N° flores
21					
28					
35					
42					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. *Recolección de datos de parámetros fenológicos.*

N° día posterior a siembra	Dosis (%)	Grupo experimental	N° muestras	N° altura (cm)	N° hojas (unidad)	N° vainas (unidad)	N° flores (unidad)	
16/04/2023	10	GE ₁	1	30	44	0	0	
			2	29	56	0	0	
			3	43	69	0	0	
		GE ₂	1	20	39	0	0	
			2	18	47	0	0	
			3	20	38	0	0	
		Sin aplicación	GC	1	14	42	0	0
				2	28	48	0	0
				3	26	59	0	0
	20	10	GE ₁	1	28	80	0	0
				2	30	62	0	0
				3	33	57	0	0
			GE ₂	1	17	49	0	0
				2	25	55	0	0
				3	27	63	0	0
Sin aplicación		GC	1	30	83	0	0	
			2	29	44	0	0	
			3	33	31	0	0	
30		10	GE ₁	1	35	88	0	0
				2	38	71	0	0
				3	44	110	0	0
	GE ₂		1	19	69	0	0	
			2	28	70	0	0	
			3	22	84	0	0	
	Sin aplicación	GC	1	31	34	0	0	
			2	37	65	0	0	

			3	34	31	0	0	
23/04/2023	10	GE ₁	1	51	65	6	0	
			2	48	79	4	0	
			3	61	98	0	0	
		GE ₂	1	26	54	0	0	
			2	22	66	0	0	
			3	25	59	0	0	
	Sin aplicación	GC	1	17	58	2	0	
			2	36	69	0	0	
			3	31	77	0	0	
		20	GE ₁	1	39	115	3	0
				2	40	71	7	0
				3	45	67	2	0
		GE ₂	1	25	61	0	0	
			2	34	73	2	0	
			3	38	89	1	0	
Sin aplicación		GC	1	36	102	1	0	
			2	35	72	0	0	
			3	39	59	0	0	
		30	GE ₁	1	52	118	6	0
				2	55	97	9	0
				3	67	125	18	0
		GE ₂	1	26	93	5	0	
			2	34	95	1	0	
			3	37	99	4	0	
	Sin aplicación	GC	1	39	55	0	0	
			2	41	80	3	0	
			3	37	48	0	0	
	30/04/2023	10	GE ₁	1	60	74	8	13
				2	55	92	6	6
				3	73	115	0	6
			GE ₂	1	34	62	3	1
				2	36	84	4	2
				3	37	78	2	3
Sin aplicación			GC	1	19	71	4	2
				2	40	81	1	3
				3	37	94	2	9
20		GE ₁	1	50	121	5	3	
			2	53	89	11	7	
			3	57	77	6	6	
			GE ₂	1	39	68	3	2
				2	45	92	8	1
				3	47	103	5	2

	Sin aplicación	GC	1	39	122	3	3
			2	41	88	2	2
			3	44	72	2	5
	30	GE ₁	1	63	127	10	2
			2	64	112	16	4
			3	81	173	31	12
		GE ₂	1	33	112	11	1
			2	44	117	6	3
			3	50	125	11	2
	Sin aplicación	GC	1	43	69	1	0
			2	48	97	7	4
			3	42	60	2	3
07/05/2023	10	GE ₁	1	63	70	10	20
			2	56	88	9	17
			3	76	109	0	19
		GE ₂	1	35	58	4	3
			2	38	79	6	4
			3	37	70	5	3
	Sin aplicación	GC	1	21	83	6	5
			2	45	91	4	8
			3	38	106	3	14
	20	GE ₁	1	52	116	9	10
			2	54	81	16	15
			3	60	72	13	14
		GE ₂	1	40	63	5	4
			2	47	81	10	2
			3	48	91	7	2
	Sin aplicación	GC	1	44	139	7	6
			2	43	101	4	5
			3	48	83	5	11
	30	GE ₁	1	64	111	15	9
			2	67	99	22	10
			3	85	158	40	20
		GE ₂	1	35	86	15	3
			2	45	83	10	4
			3	51	90	17	0
	Sin aplicación	GC	1	46	76	3	2
			2	50	112	10	7
			3	44	77	6	7

Fuente: Elaboración propia.

- Anexo 4: Elaboración de fertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y caballo.



Fig. 18. Insumos utilizados en la elaboración de los biofertilizantes.



Fig. 19. Recipientes plásticos para elaboración de fertilizantes líquidos orgánicos.



Fig. 20. *Proceso de descomposición-fermentación anaeróbica “sin oxígeno”.*



Fig. 21. *Homogeneización de biofertilizantes pre-filtración.*




Fig. 22. *Proceso de filtración de los fertilizantes orgánicos.*




Fig. 23. *Envasado de los biofertilizantes líquidos en recipientes plásticos.*



Fig. 24. Biofertilizantes obtenidos a base de estiércol de chivo y caballo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES


**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE
MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO
 PROCEDENCIA : PIURA/ PIURA/ LA UNIÓN
 MUESTRA DE : BIOL A BASE DE ESTIÉRCOL DE CHIVO
 REFERENCIA : H.R. 79453
 BOLETA : 5714
 FECHA : 10/05/2023

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
233		4.88	22.68	29.48	14.36	1045.15	744.27	2283.33

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	C g/L
233		1435.00	783.33	875.00	8.33


 Constantino Calderón Mendoza
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fig. 25. Resultados del análisis del biofertilizante a base de estiércol de chivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO
PROCEDENCIA : PIURA/ PIURA/ LA UNIÓN
MUESTRA DE : BIOL A BASE DE ESTIÉRCOL DE CABALLO
REFERENCIA : H.R. 79452
BOLETA : 5714
FECHA : 10/05/2023

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
232		4.56	13.02	14.91	6.87	618.18	618.70	1133.33

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	C g/L
232		740.00	383.33	441.67	3.98



Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fig. 26. Resultados del análisis del biofertilizante a base de estiércol de caballo.

- **Anexo 5: Aplicación de biofertilizantes líquidos.**



Fig. 27. Preparación del terreno.



Fig. 28. Muestreo de suelo pre-prueba.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO

Departamento : PIURA
 Distrito : LA UNIÓN
 Referencia : H.R. 79451-059C-23

Bolt.: 5714

Provincia : PIURA
 Predio :
 Fecha : 05/05/2023

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
3625		7.16	0.87	0.09	0.17	13.1	34	97	0	3	A.	3.36	2.52	0.79	0.05	0.01	0.00	3.36	3.36	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L. = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab.	Número de Muestra Claves	N %
3625		0.03



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

- Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla: método del hidrómetro.
- Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
- PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
- Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
- Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %Cx1.724.
- Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
- Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5
- Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)₃N, pH 7.0
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)₃N; pH 7.0
- Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)₃N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
- Al⁺³, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl. N
- Iones solubles:
 - Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - Cl, Co₃, HCO₃, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:
 1 ppm=1 mg/kilogramo
 1 milimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
 CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso	Ca ⁺²	=	60 - 75	
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	Mg ⁺²	=	15 - 20	
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7	
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15	
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L. = franco limoso	Ar.L. = arcilloso limoso				
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar. = arcilloso				
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4						
*fuertemente alcalino	>8.5						

Fig. 29. Resultados del primer análisis del suelo pre-prueba.



Fig. 30. Siembra de la especie *Vigna Unguiculata*.



Fig. 31. Germinación de la especie *Vigna Unguiculata* en el GE₁.



Fig. 32. Germinación de la especie *Vigna Unguiculata* en el GE₂.



Fig. 33. Germinación de la especie *Vigna Unguiculata* en el GC.



Fig. 34. *Aplicación de dosis de los fertilizantes líquidos a base de estiércol de chivo y caballo.*



Fig. 35. *Extracción de muestras finales del suelo pos-prueba.*



Fig. 36. *Vainas en desarrollo de las muestras de la especie de Vigna Unguiculata.*



Fig. 37. *Algunas plagas presentes en la especie de Vigna Unguiculata.*



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO

Departamento : PIURA

Distrito : LA UNIÓN

Referencia : H.R. 79697-078C-23

Bolt: 5780

Provincia : PIURA

Predio :

Fecha : 01/06/2023

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4391	Muestra 1	7.40	0.51	0.00	0.70	14.0	52	89	5	6	A.	5.12	3.34	1.58	0.12	0.09	0.00	5.12	5.12	100
4392	Muestra 2	7.48	0.49	0.00	0.77	16.8	54	91	3	6	A.	5.12	3.29	1.63	0.11	0.10	0.00	5.12	5.12	100
4393	Muestra 3	7.68	0.35	0.00	0.70	10.9	41	91	3	6	A.	4.00	2.24	1.55	0.09	0.13	0.00	4.00	4.00	100
4394	Muestra 4	7.12	0.35	0.00	0.14	13.6	43	91	3	6	A.	4.00	2.12	1.68	0.09	0.10	0.00	4.00	4.00	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab.	Número de Muestra Claves	N %
4391	Muestra 1	0.07
4392	Muestra 2	0.06
4393	Muestra 3	0.06
4394	Muestra 4	0.06



Dr. Constantino Caldeón Mendoza
Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CINTHYA ELIZABETH VILCHEZ PINGO

Departamento : PIURA
 Distrito : LA UNIÓN

Referencia : H.R. 79697-078C-23

Bolt: 5780

Provincia : PIURA

Predio :

Fecha : 01/08/2023

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4395	Muestra 5	6.95	0.35	0.00	0.56	12.5	47	89	3	8	Fr. A.	4.48	2.40	1.79	0.13	0.16	0.00	4.48	4.48	100
4396	Muestra 6	6.99	0.32	0.00	0.28	14.3	44	89	3	8	Fr. A.	4.80	2.70	1.73	0.18	0.19	0.00	4.80	4.80	100
4397	Muestra 7	7.12	0.60	0.00	0.28	13.9	50	85	7	8	A.Fr.	5.12	2.80	1.97	0.15	0.19	0.00	5.12	5.12	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab.	Claves	
4395	Muestra 5	0.07
4396	Muestra 6	0.08
4397	Muestra 7	0.08



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fig. 38. Resultados de análisis final del suelo pos-prueba mediante laboratorio.

- **Anexo 6: Estadística descriptiva de variables de parámetros fenológicos.**

Tabla 19. *Estadísticos descriptivos de la variable altura.*

Grupo	Dosis	Media	Desv. Desviación	N
GE ₁	10%	53,75	14,175	4
	20%	44,75	11,615	4
	30%	59,50	14,933	4
	Total	52,67	13,878	12
GE ₂	10%	29,00	8,907	4
	20%	36,00	10,488	4
	30%	35,25	9,708	4
	Total	33,42	9,385	12
GC	10%	29,50	5,196	4
	20%	38,50	5,972	4
	30%	41,00	5,715	4
	Total	36,33	7,253	12
Total	10%	37,42	15,145	12
	20%	39,75	9,555	12
	30%	45,25	14,567	12
	Total	40,81	13,363	36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. *Estadísticos descriptivos de la variable número de hojas.*

Grupo	Dosis	Media	Desv. Desviación	N
GE ₁	10%	80,00	16,872	4
	20%	84,00	12,961	4
	30%	115,75	19,788	4
	Total	93,25	22,568	12
GE ₂	10%	61,25	14,841	4
	20%	74,00	13,367	4
	30%	93,50	18,646	4
	Total	76,25	19,887	12
GC	10%	73,25	18,572	4
	20%	83,25	23,599	4
	30%	66,75	19,294	4
	Total	74,42	19,943	12
Total	10%	71,50	17,244	12
	20%	80,42	16,401	12
	30%	92,00	27,220	12
	Total	81,31	21,984	36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. *Estadísticos descriptivos de la variable números de vainas.*

Grupo	Dosis	Media	Desv. Desviación	N
GE ₁	10%	3,50	2,646	4
	20%	6,00	5,477	4
	30%	14,00	11,165	4
	Total	7,83	8,122	12
GE ₂	10%	2,00	2,449	4
	20%	3,25	3,304	4
	30%	6,50	6,245	4
	Total	3,92	4,379	12
GC	10%	1,75	1,708	4
	20%	1,75	2,363	4
	30%	2,50	2,646	4
	Total	2,00	2,089	12
Total	10%	2,42	2,234	12
	20%	3,67	4,008	12
	30%	7,67	8,446	12
	Total	4,58	5,847	36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Estadísticos descriptivos de la variable números de flores.*

Grupo	Dosis	Media	Desv. Desviación	N
GE ₁	10%	6,75	8,995	4
	20%	4,50	6,137	4
	30%	4,75	6,185	4
	Total	5,33	6,624	12
GE ₂	10%	1,25	1,500	4
	20%	1,25	1,500	4
	30%	1,00	1,155	4
	Total	1,17	1,267	12
GC	10%	3,50	4,359	4
	20%	2,50	3,317	4
	30%	1,75	2,363	4
	Total	2,58	3,204	12
Total	10%	3,83	5,781	12
	20%	2,75	3,980	12
	30%	2,50	3,896	12
	Total	3,03	4,539	36

Fuente: Elaboración propia.