



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida* EN DOS TIPOS DE SUSTRATO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Nuñez Davila, Lucia Guadalupe

ASESOR:

Monteza Arbulú, Cesar Augusto

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Tratamiento Y Gestión De Residuos

PERU 2017

PÁGINA DEL JURADO

Dr. José Ponce Ayala

Presidente

Dra. Bertha Gallo Gallo

Secretaria

Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulu

Vocal

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado en primer lugar a Dios, quien ilumino mi camino, y permitió que al fin llego este día tan esperado, en segundo lugar a todas las personas que me han apoyado y que han hecho posible la realización de este trabajo. Especialmente a mi madre, tios, abuelos y hermano que siempre confiaron en mí y me dieron su confianza y apoyo incondicional.

Lucía Guadalupe Nuñez Davila

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, hermano, abuelos, tíos cercanos y personas que sin ser familiares me brindaron su apoyo incondicional, consejos, amistad y cariño.

Agradezco también a mi asesor, que tuvo la dedicación de apoyarme durante el proceso de mi tesis, al profesor estadístico que me ayudó con la interpretación de mis resultados, al director de escuela, y profesores que me enseñaron durante los cinco años que duró la carrera profesional de Ingeniería Ambiental.

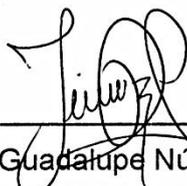
La autora

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Lucia Guadalupe Núñez Dávila, estudiante de Ingeniería Ambiental de la facultad de ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI 72222488.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autora de la tesis titulada:
COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida* EN DOS TIPOS DE SUSTRATO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO, la misma que presento para obtener: El título profesional de ingeniero ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.



Lucía Guadalupe Núñez Dávila

DNI: 72222488

PRESENTACIÓN

El presente trabajo denominado “COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida* EN DOS TIPOS DE SUSTRATO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO”, el cual esta comprendio en seis capítulos, en el siguiente orden: introducción, método, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones; este trabajo tiene el propósito de analizar y describir los fenómenos ocurridos en el proceso de la elaboración de lombricompost, usando una especie de lombriz denominada *Eisenia foetida*, en dos tipos de sustratos, ambos con desechos orgánicos de cocina, la diferencia radica en que cada sustrato tiene un estiércol, diferente, siendo el primero de ganado vacuno y el segundo de ganado equino. Ambos en estado de fermentación, bajo las mismas condiciones y cuidados, necesarios que permitieron la estabilidad para el desarrollo y adaptación de la lombriz y los microorganismos.

Posterior a este proceso, se obtuvo dos tipos de humus de lombriz, los cuales fueron aplicados como fertilizantes naturales sobre el suelo, los mismos que pasaron por un análisis previo para ver el estado actual en el que se encuentra antes de la aplicación de los dos sustratos, y posteriormente se dejó pasar un lapso de tiempo determinado para extraer muestras del durante y después de la aplicación, y a través de una mezcla compuesta se analizaron los resultados para determinar las características físicoquímicas del suelo y sacar las conclusiones de estos sustratos.

Los resultados tuvieron una diferencia mínima, debido a la procedencia y los cuidados similares que recibieron ambos sustratos.

Lucia Guadalupe Nuñez Dávila

ÍNDICE

Página del jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I.Introducción	13
1.1.Realidad problemática:.....	13
1.2.Trabajos previos:.....	14
1.3.Teorías relacionadas al tema:	19
1.3.1.Eficiencia de lombricompost usando eisenia foetida en dos tipos de sustratos.....	19
1.3.2.Calidad del suelo	23
1.4.Formulación del problema	27
1.5.Marco conceptual.....	27
1.6.Justificación:	32
1.7.Hipótesis.....	33
1.8.Objetivos.....	34
1.8.1.Objetivo general:	34
1.8.2.Objetivos específicos:.....	34
II. Método	34
2.1 diseño de investigación:	34
2.2 variable y operacionalización.....	34
2.3 población y muestra	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez.....	37
2.4.2. Técnicas de de recolección de datos	40
2.4.3. Instrumentos de de recolección de datos	41
2.4.3. Validez de datos	41
2.5. Métodos de análisis de datos	42
2.6. Aspectos éticos.....	42
III. Resultados.....	42
IV.Discusión.....	52
V.Conclusiones	53
VI.Recomendaciones	54
VII.Referencias	55
Anexos	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de elementos que contienen humus de lombriz	29
Tabla 2: Operacionalización de variable independiente.....	36
Tabla 3: Operacionalización de variable dependiente.....	37
Tabla 4: Cronograma de elaboración de lombricompost.....	59
Tabla 5: pH de Lombricompost de vaca	60
Tabla 6:pH de Lombricompost de caballo	60
Tabla 7: Características del olor, color y textura de los sustratos.....	61
Tabla 8: Técnicas de recolección de datos	62
Tabla 9: Métodos e interpretación de resultados.....	63
Tabla 10:Resultados físicoquímicos de la muestra al inicio del trabajo.....	64
Tabla 11:Resultados físicoquímicos de la muestra después de 21 días	65
Tabla 12: Resultados físicoquímicos de la muestra después de 21 días	65
Tabla 13: Resultados físicoquímicos de la muestra después de 31 días	66
Tabla 14: Resultados físicoquímicos de la muestra después de 31 días	66
Tabla 15: Matriz de consistencia.....	67
Tabla 16: Definiciones de técnicas de recolección de datos.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma del proceso de Lombricompost	39
Figura 2: potencial de hidrógeno del suelo antes y despues de haberle aplicado los sustratos	43
Figura 3: potencial de hidrógeno del suelo con los dos sutratos al final del proceso.....	44
Figura 4: Conductividad eléctrica, expresado en mhos/cm, del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.....	45
Figura 5: Conductividad eléctrica expresado en mhos/cm, del suelo con los dos sustratos al final del proceso.....	46
Figura 6: Materia orgánica expresada en porcentaje (%), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.....	47
Figura 7: Materia orgánica expresada en porcentaje (%), del suelo con los dos sustratos al final del proceso	48
Figura 8: Fósforo, expresado en ppm (partes por millón), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.....	49
Figura 9: Fósforo, expresado en ppm (particulas por millón), del suelo con los dos sustratos al final del proceso.....	50
Figura 10: Potasio, expresado en ppm (particulas por millon), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.....	51
Figura 11: Potasio, expresadaen ppm (particula spor millón), del suelo con los dos sustratos al final del proceso.....	52

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Capacitación en la institución educativa Angelitos de Jesús - FONAVI.....	69
Anexo 2: Designación del área en donde se realizará el proyecto	68
Anexo 3: Aplicación de excretas de vaca para su previa descomposición.....	69
Anexo 4: Aplicación de excretas de caballo para su previa descomposición.....	69
Anexo 5: Selección de materia organica vegetal	70
Anexo 6: Aplicación de la lombriz Eisenia fotida	70
Anexo 7: Remover los abonos orgánicos	71
Anexo 8: Regando los abonos orgánicos	72
Anexo 9: Crecimiento de hortalizas con el humus del caballo	73
Anexo 10: Crecimiento de hortalizas con el humus de la vaca.....	74
Anexo 11: Análisis del suelo más estiércol de caballo 06 de noviembre del 2017.....	75
Anexo 12: Análisis del suelo más estiércol de caballo 14 de noviembre del 2017.....	76
Anexo 13: Análisis del suelo más estiércol vacuno 06 de noviembre del 2017	77
Anexo 14: Análisis del suelo más estiércol vacuno 14 de noviembre del 2017	78

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida* EN DOS TIPOS DE SUSTRATO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO”, busca comparar la eficiencia de lombricompost sobre dos sustratos usando una especie de lombriz, capaz de poder degradar la materia orgánica.

El trabajo de campo se desarrollo en la Institución educativa “Angelitos de Jesús”, desde el 10 de junio del presente año, con un areá total de 12 m² de la huerta del colegio y como muestra de estudio fue de 6 m²

Este trabajo integra seis capítulos: La introducción, el cual comprende la realidad problemática, los trabajos previos, teorías relacionadas al tema, la justificación, la hipótesis, y objetivos; luego el método, en el cual se describe que el diseño es no experimental, Longitudinal, tipo descriptivo, ya que por medio de análisis, observación, comparación y descripción de las variables se estableció las diferencias físicoquímicas de los sustratos, la técnicas de recolección de datos y la validación estuvo a cargo de expertos del laboratorio de aguas y suelos de la estación experimental VISTA FLORIDA del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

Los resultados demostraron que al comparar los dos sustratos no hay mucha diferencia, por haber recibido el mismo tratamiento, pero sí, que el sustrato con estiércol de vaca presentó mejores valores químicos sobre el suelo salino, que el sustrato con estiércol de caballo.

Finalmente se llego a la conclusión de que ambos sustratos son buenos para el suelo, y que a pesar de haber tenido los mismos cuidados y la misma procedencia, uno presentó mejores resultados.

Palabras clave: Lombricompost, sustrato, estiércol, suelo.

ABSTRACT

The present research work, entitled "COMPARISON OF LOMBRICOMPOST EFFICIENCY USING *Eisenia foetida* IN TWO TYPES OF SUBSTRATE TO IMPROVE SOIL QUALITY", seeks to compare the efficiency of vermicompost on two substrates using a kind of worm, capable of degrading the organic material.

The fieldwork was developed in the Educational Institution "Angelitos de Jesus", from June 10 of this year, with a total area of 12 m^2 . and as a study sample was 6 m^2 .

This work integrates six chapters: The introduction, which includes the problematic reality, the previous works, theories related to the subject, the justification, the hypothesis, and objectives; then the method, in which it is described that the design is non-experimental, Longitudinal, descriptive type, since by means of analysis, observation, comparison and description of the variables the physicochemical differences of the substrates, the collection techniques of data and the validation was in charge of experts from the water and soil laboratory of the VISTA FLORIDA experimental station of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA).

The results showed that when comparing the two substrates there is not much difference, for having received the same treatment, but yes, that the substrate with cow manure presented better chemical values on the saline soil, than the substrate with horse manure.

Finally it was concluded that both substrates are good for the soil, and that despite having the same care and the same origin, one presented better results.

Keywords: Worm compost, substrate, manure, soil.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

El Perú se caracteriza por poseer sistemas intensivos de producción con similares impactos negativos sobre el agua y el suelo, a causa de la acumulación de excretas, como bien sabemos la generación de estiércoles es inherente a la vida de los animales; y en la mayoría de casos la disposición final es inadecuada, teniendo como consecuencia impactos negativos en el ambiente, como: malos olores, emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación del suelo y del agua. (MINAM, 2013).

Una de las alternativas más eficientes para poder aprovechar estos desechos, es usandolos en métodos de abonamientos orgánicos, ya que los estiércoles son componentes principales en este tipo de procesos, entre ellos la técnica de la lombricultura, con la intervención esencial de microorganismos mesófilos y de una especie de lombriz denominada *Eisenia foetida*, esta técnica es una de las más aplicada por los agricultores, ya que, el producto final es un abono de alta calidad y rico en nutrientes, que resultan de la descomposición de la materia orgánica, denominado lombricompost, el cual es capaz de brindar efectos mejoradores en los suelos que presentan problemas de fertilidad, como es el caso de la salinidad natural, producida por fenómenos naturales climáticos y la ubicación, o por una salinidad adquirida a causa de un mal riego con aguas que presentan un elevado contenido de sales. (KAMLA- R AJ. 2008)

La institución educativa Angelitos de Jesús – FONAVI, como parte de sus actividades escolares, es mejorar los suelos en estado de salinidad, que presenta su huerta escolar, para luego poder sembrar hortalizas; y como solución teórica y práctica se planteó la elaboración del lombricompost, usando la especie de lombriz *Eisenia foetida* con dos tipos de sustratos, para lograr un efecto benéfico sobre el suelo, estos sustratos se trataron

por separado, ambos contenían residuos vegetales de cocina y estiércol, el primero, contenía estiércol de ganado vacuno y el segundo, estiércol de ganado equino, ambos en estado de fermentación y estabilidad bajo condiciones aeróbicas.

La importancia de esta investigación radica en la comparación de la eficiencia de los sustratos mencionados anteriormente, para el proceso del trabajo, se designó un lugar en la huerta de la institución, el cual pasó por un previo acondicionamiento, que permitió lograr las condiciones adecuadas, para el desarrollo y reproducción de las lombrices.

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

CASTILLO, A. et al., 2000. El objetivo de este trabajo fue realizar tratamientos a estiércol y a desechos de cocina, los cuales son desechos orgánicos que al ser aprovechados podrá evitar el impacto negativo generado por la contaminación, para ser usado como elementos de la elaboración de lombricompost y poder caracterizar la composición química y física del compost de las lombrices, y determinar la proporción del sustrato más conveniente, teniendo en cuenta el rendimiento y la calidad del mismo. El diseño experimental fue aleatorio, con cinco tratamientos en diferentes proporciones: Tratamiento 1: (100% estiércol); Tratamiento 2: (100% desechos de cocina); Tratamiento 3: (75% estiércol y 25% desechos de cocina); Tratamiento 4: (50% estiércol y 50% desechos de cocina); Tratamiento 5: (25% estiércol y 75% desechos de cocina), el proceso de compost duró 90 días, posterior a este lapso de tiempo se aplicaron las lombrices en el sustrato. Para los análisis se tomaron en cuenta los siguientes indicadores: nitrógeno; fósforo disponible, potasio, materia orgánica, pH, rendimiento al tamizado, y pérdida del peso de los abonos. Según los resultados se encontraron diferencias significativas en los tratamientos con los dos primeros tratamientos.

El humus de lombriz con 100% de estiércol (Tratamiento 1), tuvo valores elevados de nitrógeno y fósforo; los niveles de potasio y potencial de

hidrógeno más altos fueron de los tratamientos 2 (100% desechos de cocina) y 5 (25% estiércol y 75% desechos de cocina). En cuanto al mejor rendimiento de tamizado fue el tratamiento 1, y el del menor volumen presentado fue el T3 con (75% estiércol y 25% desechos de cocina).

CASTILLO, J. 2010. In the Municipality of Codazzi - Colombia is at 180 mas , with an average temperature of 28 °C and a relative humidity between 60 % to 65%, was tested as a test for the evaluation of California *Eisenia foetida*, to be able to evaluate which is the best How to determine if it is ready to be used? The final results showed that the substrates did not show a significant difference between them, but in the quality of the final product it was evidenced that there was a great influence in the behavior and the survival of the worms, that in general some of these substrates affect their development, especially in reproduction. One way to determine if the vermicompost is ready is the CO2 content of the final product, obviously linked to stable low temperatures, and / or the most influential physicochemical characteristics, such as hydrogen potential, electrical conductivity and essential nutrients.

CHICAIZA, Juan, 2007. La lombriz roja californiana, más conocida como *Eisenia foetida*, es un organismo útil para la naturaleza, ya que se encarga de descomponer aquellos desechos orgánicos en el proceso de la lombricultura, ya que transforma estos residuos en abonos útiles, que al ser aplicados al suelo mejoran la fertilidad del suelo.

El objetivo fue evaluar el efecto de cuatro sustratos para producir a la lombriz roja californiana, y el humus que genera, teniendo en cuenta su desarrollo, reproducción y aportación de nutrientes al suelo a través del humus.

Se usaron los siguientes estiércoles: vaca, cabra, cerdo y caballo, como medio de alimentación, sobre el suelo, cada una con tres repeticiones. Se introdujeron 500 lombrices en 29 kg de sustrato por tratamiento, recibiendo la misma dosis de alimento y cuidado necesario para que la lombriz se adapte al medio.

Para los análisis se consideraron los nutrientes, conductividad eléctrica y el porcentaje de materia orgánica del sustrato.

Después de cincuenta días de haberse realizado el trabajo se analizaron los sustratos y se observó que las lombrices crecieron y aumento la población y número de huevos. El estiércol de cerdo tuvo mayor población, número de huevos y crecimiento de las lombrices, el estiércol de vaca y de cabra fueron similares entre sí y el de caballo presentó bajo resultado en cuanto a crecimiento, poblaciones y número de huevos. El sustrato con el estiércol de cerdo al inicio tuvo un mayor porcentaje de materia orgánica, que los demás, con 2.28%, el sustrato de estiércol de cabra contenía 0.67%, el sustrato de vaca tenía 0.45% y el de caballo tenía 0.48%, pero después de cincuenta días el sustrato de cerdo tenía 0.08%, el de cabra 0.28%, el de vaca 0.26% y el de caballo 0.10%.

Se realizó análisis de conductividad eléctrica usando el puente de conductividad eléctrica, para la determinación de contenidos de sales solubles presentes en sustrato, en los análisis se observó que a medida que el estiércol se va transformando en humus, la conductividad eléctrica disminuye, lo cual fue una buena señal para un posterior cultivo, La mayor conductividad eléctrica al inicio fue del sustrato de la cabra, con 17.3 mhos/cm, le sigue el de la vaca con 16.3 mhos/cm, el sustrato de caballo con 12.2 mhos/cm y finalmente el sustrato del cerdo con menor conductividad eléctrica de 4.9 mhos/cm, a los cincuenta días el sustrato de cabra tenía 3.9 mhos/cm, el de vaca 2.9 mhos/cm, el de caballo 1.6 mhos/cm y finalmente el de cerdo con 1.3 mhos/cm, en nutrientes, el fósforo del sustrato de estiércol de caballo fue de 0.38 ppm y a los 50 días aumento a 0.58 ppm, el sustrato de cabra inicio con 0.81 ppm, y a los cincuenta días aumento a 1.03 ppm, el sustrato de vaca inicio con 0.94 ppm y a los cincuenta días bajo a 0.85 ppm finalmente el de cerdo inicio con 0.46 y a los cincuenta días fue de 0.63 ppm. En la producción de humus de lombriz no hubo diferencias significativas.

MARTIN, N., 2014. El objetivo del autor fue brindar una alterntiva

económica y viable dirigida al agricultor, para aprovechar los residuos orgánicos generados durante sus procesos, evaluando la aptitud para el lombricompost de los residuos agrícolas procedentes del cultivo de tomate y de la platanera, puros y en combinación con otros residuos. Así mismo, estudiar la variación de los principales parámetros de interés agronómico durante el proceso del lombricompostaje.

La experiencia se realizó en la Granja Agrícola Experimental. Para el proceso del lombricompostaje se utilizó el sistema tradicional de camas o literas, de 5 metros de largo por 2 de ancho, cada una; el lado más profundo tenía 40 cm, lo que suponía una capacidad de 2 m³ por litera. Además, estaban dotadas de rampas de acceso, lo que permitía la mecanización parcial del proceso.

Para la evacuación del agua de drenaje se aprovechó la pendiente natural del terreno y se excavó un foso en la parte inferior de la litera. Se instaló un sistema de microaspersión y una estructura de sombreado en cada cama.

Como abono empleó estiércol de vaca, que además de ser considerado un sustrato óptimo para ser lombricompostado, mejora la estructura y capacidad para retener el agua de los residuos y restos de poda triturada para ajustar la relación carbono nitrógeno.

Una vez llenas las camas, se empezó a dar los primeros riegos para humedecer los materiales y que diera comienzo el proceso de descomposición previo a la siembra de las lombrices, ajustándose periódicamente la frecuencia y el tiempo de riego conforme a las características de los diferentes residuos y a las condiciones climáticas.

La siembra de lombrices en las camas se efectuó utilizando el método de "autosiembra". Este método consiste en depositar lombricompost maduro que contenga una población de lombrices determinada junto al nuevo alimento y ellas por sí solas se trasladan y colonizan la totalidad de los residuos orgánicos.

Se colocó una malla de protección adicional, apoyada directamente sobre los restos orgánicos, con la intención de proteger a las lombrices del ataque de roedores y principalmente de aves, aunque también cumplía la función

de preservar la humedad en el interior de la cama.

La duración total del proceso fue de 20 semanas, realizando la siembra de lombrices tras ocho semanas de pre compostaje. Los parámetros químicos analizados durante el proceso (pH, CE y sales solubles, relación C/N, % Nitrógeno total y % Materia orgánica y relación N-NH₄/NNO₃), fueron obtenidos a partir de muestras tomadas al comienzo del proceso, y a las 8 y 12 semanas de la siembra de las lombrices.

En los resultados de las camas 1 y 2 se observó que el pH se incrementó en todas las camas, estabilizándose al final del proceso en valores en torno a 8,1 y 8,5, por lo que se situaron dentro del rango de valores normales.

La conductividad eléctrica del producto final está determinada fundamentalmente por la concentración de sales de los materiales de partida y, por la presencia de los iones amonio o nitratos que se forman durante el proceso. Así en las camas 1 y 2, que tenían mayor contenido de sales al inicio, se obtuvieron los mayores niveles de nitratos y de CE (2431 mg/l de nitratos y 13330 mhos/cm de CE en la 1 cama y 631 mg/l de nitratos y 4910 mhos/cm de CE para la 2 cama). Con un incremento general de la concentración de nutrientes en la cama 1 y 2 (especialmente en el caso de fósforo con 5,1 y 7,3 mg/l, calcio con 701 y 110 mg/l y en magnesio 296 y 56 mg/l respectivamente).

MORALES, Julio et al., 2009. La Lombricultura es una tecnología, en la cual se usa una especie de lombriz denominada *Eisenia foetida* y residuos orgánicos, estos dos componentes son importantes, porque darán como resultado humus rico en nutrientes para el suelo. Este proceso presenta un beneficio social, ambiental y económico. Los desechos de animales más comunes usados para la Lombricultura son las excretas de ganados vacunos, averío, porcinos y equinos. El objetivo fue caracterizar los sustratos para observar el desarrollo de las lombrices.

La composta se estabilizó a los treinta días, con la intervención de cien lombrices adultas aproximadamente, en cada repetición por tratamiento y se evaluó el sustrato cada veinte días. En los resultados se obtuvo que el

porcentaje de nitrógeno total, fue mayor en el de cerdo con 2.83, seguido por la de gallina con 2.70, y el de la vaca y el caballo fue de 2.00. El contenido de materia orgánica en el estiércol de cerdo fue de 14.47 %, el de caballo fue de 14.18%, el que presentó mayor porcentaje fue el de la gallina con 14.07% y de la vaca con 13.21%.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA:

1.3.1. EFICIENCIA DE LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida* EN DOS TIPOS DE SUSTRATOS

1.3.1.1. ESTIÉRCOL NATURAL:

JARDON, Toni 2017. El suelo necesita nutrientes, y la manera más adecuada para obtenerlos, es con los estiércoles naturales, es decir, aquellos que provienen de los animales, de preferencia de animales herbívoros, sin ningún tipo de tratamiento químico. Entre los más comunes tenemos el de cabra, caballo, vaca, oveja, conejo, gallina, cerdo.

La procedencia de los estiércoles es importante, ya que, si el animal pertenece a un ambiente ecológico, con una alimentación saludable, sus desechos serán más apropiados para usarlos como abono orgánico.

Existen 2 tipos de estiércoles naturales:

Estiércol fresco: Es utilizado para la desparasitación del suelo de hongos, insectos y bacterias patógenas. A este proceso se le conoce como solarización, el cual consiste en poner el estiércol fresco sobre la superficie del terreno, cubierto con un plástico. Luego se deja por varios meses de verano en pleno sol que pase por un proceso de fermentación, para que mueran las plagas.

Estiércol curado: Se expone al sol durante uno o dos meses, para que fermenten para obtener un abono orgánico que no huele y no fermenta más, para ser aplicado directamente al suelo, sin preocupación de que quemé a las plantas. Depende de los animales que lo generan.

1.3.1.2. ESTIÉRCOL DE CABALLO

El estiércol de caballo carece de nutrientes, por esta razón se considera usarlo como fertilizante natural para la elaboración de humus de lombriz, para que mejore su calidad como abono orgánico y pueda mejorar el suelo. Los nutrientes estarán más disponibles para las plantas y las lombrices conseguirían un buen alimento que les ayudaría a reproducirse rápidamente. (JARDON, Toni 2017).

El estiércol de caballo es considerado uno de los mejores abonos para que las plantas crezcan fuertes y sanas, y por esto se considera muy importante para la elaboración de abonos. Posee propiedades muy interesantes para los cultivos, como: rico en celulosa, de fácil manejo, buen alimento para la lombriz, pobre en nitrógeno, pero al ser fermentado y aplicado al suelo mejora su estructura volviéndolo apto para el cultivo, eliminando bacterias patógenas y evita que crezcan malas hierbas.

Si se usa fresco, tiene dos puntos negativos: en primer lugar, presenta un mal olor, y, en segundo lugar, es que, al estar muy caliente, puede quemar las raíces de las plantas. (SÁNCHEZ, Mónica 2016). Es necesario darle un periodo de maduración de 4 a 5 meses.

1.3.1.3. ESTIÉRCOL DE VACA

Señala que el estiércol de vaca es bueno, pero depende de su recolección. Si está en estado degradado es mucho mejor, ya que en este estado influye mucho en la textura final del humus de lombriz, es decir en estado fresco se presenta como una mezcla de paja con excrementos sólidos y líquidos. Generalmente no se usa el estiércol fresco para el proceso de abonos orgánicos, si no el fermentado. (IPARRAGUIRRE, Ronald, 2007).

El estiércol de vaca tiene un valor nutritivo alto, pero cuando se moja en exceso se compacta y evita que la lombriz se desplace dentro del sustrato, por esto, es que se considera mezclarlo con materia vegetal para obtener

un alimento esponjoso. (BOLLO, Enzo., 1999)

El estiércol de vaca es considerado de buena calidad, pero es necesario que pase por un periodo de maduración o envejecimiento de 3 a 4 meses.

1.3.1.4. PARÁMETROS DEL LOMBRICOMPOST USANDO *Eisenia foetida*

FERRUZI, C et al., 1994. Para la elaboración de lombricompost se usan lombrices especiales, denominadas lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), las cuales aceleran la transformación de los desechos orgánicos vegetales y animales para obtener abonos naturales.

Para que la lombriz se pueda adaptar al sustrato, se deben considerar los siguientes indicadores físicos y químicos:

- **Temperatura**

La temperatura debe estar entre 20 a 30°C , para ser considerada óptima. (ROMAN, P et al., 2013). Pero se recomienda que lo ideal sea 25 °C; en condiciones controladas es fácil de mantener esta temperatura, es por esto que se debe tener un monitoreo constante. (DIAZ, E. 2002) (FERRUZI, C et al., 1994).

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

El pH, debe estar entre 6.5 a 7.5, porque un pH ácido o alcalino puede ocasionar dificultad para la supervivencia de la lombriz en el sustrato. Lo podemos controlar mediante un pH-metro o un papel indicador. (FERRUZI, C et al., 1994).

Por lo general los residuos utilizados tiene el pH neutro, aunque existen algunos como los tomates, que pueden tener reacción ácida. (DIAZ, E., 2002).

- **Humedad**

La lombriz, tiene una respiración cutánea, es decir su respiración la realiza por la piel, es por esto que necesita de mucha humedad

para moverse dentro del sustrato y facilitar la fragmentación del mismo. La humedad debe estar entre porcentajes de 75 a 80%. (FERRUZI, C et al., 1994). Para la fácil ingestión del alimento y deslizamiento de las lombrices a través del material. Y finalmente terminar en 40% en base seca. (DIAZ, E., 2002).

- **Aireación**

La lombriz roja californiana puede vivir en un ambiente con poco oxígeno y altas cantidades de dióxido de carbono, pero es necesario que a la pila se le de una adecuada aireación, para permitirle una buena respiración a través de la piel para lograr un buen desarrollo, evitando retrasos en el proceso. (DIAZ, E., 2002). Si no fuera así, el consumo de alimento, el apareamiento y reproducción se reducen, a causa de que el sustrato se compacta.

- **Color**

Marrón oscuro característico. (DIAZ, E., 2002).

- **Olor**

No presenta olor desagradable. (DIAZ, E., 2002).

- **Tamaño de partículas**

De 3 a 5 cm al inicio, porque facilita la invasión microbiana y al final la mezcla debe ser homogénea. (DIAZ, E., 2002).

- **Textura**

Poroso y desmenuzado con una buena capacidad de retención hídrica. (DIAZ, E., 2002).

Según la Norma Oficial Mexicana NMX-F109-SCFI-2008, las especificaciones Físicoquímicas del humus de Lombriz, deben presentar los siguientes indicadores:

- Nitrógeno Total: De 1 a 4% (base seca)

- Materia Orgánica: De 20% a 50% (base seca)
- Humedad: De 20 a 40% (sobre materia húmeda)
- pH: de 5.5 a 8.5
- Materiales adicionales: Ausente

1.3.2. CALIDAD DEL SUELO

El suelo de buena calidad acepta, almacena y absorbe agua, minerales y energía que permite la producción de cultivos. (ARSHAD y COEN, 1992)

La calidad del suelo es un factor muy importante para poder desarrollar prácticas agrícolas sostenibles. (WANG y GONG, 1998).

El uso y manejo de este recurso, permiten marcar el grado y la dirección de cambios en calidad de tiempo y espacio. (QUIROJA y FUNARO, 2004).

Para cuantificar el costo ambiental es fundamental la utilización de ciertos indicadores de la calidad del suelo, incluyendo la medida de estado de su condición física. (ROLLÁN et al, 2004).

La infiltración del agua, es una propiedad del suelo que se puede usar como un buen indicador de estabilidad en su estructura. (SILVA ROSSI, 2004)

La materia orgánica es un indicador de calidad del suelo que depende de propiedades edáficas, estructura y la relación de carbono y nitrógeno. (GREGORICH et al., 1984)

Algunos estudios explican que la materia orgánica influye mucho sobre la calidad del suelo y su productividad. (QUIROJA y FUNARO, 2004)

Las tierras de buena calidad permiten maximizar la productividad y minimizar la erosión, es decir promueve la producción del sistema sin extraviar sus propiedades fisicoquímicas, sin contaminantes patógenos, para favorecer la salud de las plantas. (DORAN y PARKIN, 1994; KARLEN et al. 1997).

1.3.2.1. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO

Son instrumentos de análisis que simplifican, cuantifican y comunican sobre los fenómenos complejos, abarcando propiedades físicas y químicas, o procesos que ocurran sobre el suelo. Con el propósito de hacer validez frente a las comparaciones a nivel nacional e internacional. (ADRIAANSE, 1993)

Los indicadores describen los procesos que ocurren en el ecosistema, bajo ciertas condiciones y posibles cambios del suelo como producto de la degradación, y cuando sea necesario servir como base de datos del suelo, como datos fáciles de entender. (DORAN Y PARAKIN, 1994).

Los indicadores, con respecto a la sostenibilidad analizan la situación actual para luego identificar los puntos críticos, a través del monitoreo se analizan los impactos ante la intervención antropogénica, para determinar si el uso del suelo es sostenible o no. (HÜNNEMEYER ET AL. 1997)

La sostenibilidad está comprendida por tres elementos: la primera es la económica, este elemento abarca la producción de una rentabilidad estable y razonable a través del tiempo; la segunda es la social, este elemento abarca el manejo que permita que la organización social tenga un grado aceptable y satisfactorio para sus necesidades y; la tercera es la ecológica, el cual se refiere a ciertas características fundamentales que los ecosistemas deben mantener para que sus componentes puedan sobrevivir e interactuar a través del tiempo. (HÜNNEMEYER ET AL. 1997).

1.3.2.2. INDICADORES FÍSICOS

Las características físicas son necesarias para evaluar la estructura del suelo, para ver si este es capaz de aceptar, retener y transmitir agua a las plantas, el aspecto que tiene y las limitaciones que evita que algunas raíces puedan crecer y no mejoran fácilmente.

La estructura, consistencia, estabilidad de agregados, infiltración, olor, color y capacidad de almacenamiento de agua son estos los indicadores físicos del suelo considerados. (SINGER Y EWING, 2000).

1.3.2.3. INDICADORES QUÍMICOS:

Son características de las condiciones que afectan las relaciones del suelo con las plantas, capacidad de amortiguación del suelo, disponibilidad de agua y nutrientes esenciales para las plantas y los microorganismos.

Algunos de los indicadores son: la disponibilidad de nutrientes, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno total y minerales. (SQI, 1996).

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2017), métodos e interpretación de resultados:

- **pH (Extracto saturación)**
 - 4.5: Suelos muy ácidos
 - 4.6 – 5.5: ácidos
 - 5.6 – 6.4: medianamente ácidos
 - 6.5 – 6.9: ligeramente ácidos
 - 7.0: neutros
 - 7.1 – 7.4: ligeramente alcalinos
 - 7.5 – 8.0: medianamente alcalinos
 - 8.1 - 8.5: alcalinos
 - 8.6 – 9.0: Muy alcalinos
 - 9.1 a más: fuertemente alcalinos

- **Conductividad eléctrica**
 - 0 – 2.0 Millhos/cm. Efecto de la sal es insignificante.
 - 2.1 - 4 Millhos/cm. Suelos ligeramente salino (normales).
 - 4.1 - 8 Millhos/cm. Salinos.
 - 8.10 - 16 Millhos/cm. Muy alcalinos.

+ - 16 Millhos/cm. Fuertemente salinos.

▪ **Materia Orgánica (Método Walkley and block)**

0-2 %= Bajo.

2.1-4%= Medio.

+ - 4%= Alto.

▪ **Fosforo disponible (Método Olsen)**

0 – 6 p. pm. = Bajo

7 – 14 = Medio

+14 = Alto

▪ **Potasio disponible (Método Fotómetro de llama)**

0 – 250 p. pm. = Bajo

255 – 350 = Medio

+ - 350 = Alto

▪ **CALCAREO (%) (Método Gaseométrico)**

0 – 2 = Normal

2 – 4 = Medio

+4 = Alto

▪ **Textura (Método Hidrométrico de Bouyoucos)**

Ar = Textura Arcillosa

lo = Textura Limosa

Fo = Textura Franca

Ao = Textura Arenosa

Fo Ar = Textura Franco arcillosa

Fo Ar = Textura franca arenosa

Fo Ar Ao = Textura franca arcilloso – arenoso

Fo Ar Lo = Textura franca arcilloso – limoso

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué tipo de lombricompost usando *Eisenia foetida* será más eficiente en la mejora de la calidad del suelo?

1.5. MARCO CONCEPTUAL

Estiércol de Lombriz

Es el residuo de alimento digerido y evacuado por el ano de las lombrices, y con la intervención de ciertos microorganismos forman el lombricompost. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

El estiércol de lombriz contiene: cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, cinco veces más potasio, dos veces más calcio, con respecto al material orgánico que ingirieron. (Manual de Lombricultura 2008).

Lombricultura

Es la crianza y manejo de lombrices de tierra en ciertas condiciones de cautiverio, es decir en estado de privación de libertad. (TINEO, 1991).

Humus

Sustancias de composición química compleja y estable, formada por componentes de alto peso molecular, con un color negro a café oscuro característico, con ciertas propiedades capaces de retener agua fácilmente en el proceso de transformación del material orgánico. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

Humus de Lombriz (Lombricompost)

Es un producto proporcionado por las lombrices de tierra, que resultada de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, a través de un proceso denominado Lombricultura, el cual es un abono orgánico rico en nutrientes utilizado como mejorador, recuperador o

enmienda orgánica del suelo, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, otros. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

Las auxinas, giberelinas y citoquininas son agentes encargados de regular el crecimiento.

El siguiente cuadro presenta la comparación de elementos que contiene el humus de lombriz, en base de los desechos más comunes, como: los estiércoles y desechos de cocina. (CAJAS, S. 2009).

Tipo de Humus	N- total %	P ppm	K ppm	Mg %	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
<i>E. vacuno</i>	2,02	0,80	2,04	0,85	1,07	217	408
<i>E. caballo</i>	1,31	0,71	5,01	0,55	2,55	129	236
<i>E. gallinaza</i>	1,33	1,66	10,20	0,60	1,31	644	901
<i>Des. Cocina</i>	2,01	0,73	5,02	0,73	1,15	567	659

Tabla 1: comparación de elementos que contienen humus de lombriz.

Lecho o cama

Sitio destinado para la crianza de lombrices para la producción de lombricompost. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

Materia Orgánica

Son materiales que derivan de organismos vivos, denominados residuos orgánicos, los cuales son utilizados como alimento de las lombrices, la cuales son productoras de lombricompost. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

Son los componentes orgánicos de residuos vegetales y animales.

La materia orgánica, como indicador del suelo indica la fertilidad, estructura y capacidad para retener agua.

Residuo orgánico

NMX-FF-109-SCFI-2007. Subproducto, Materia orgánica en descomposición, usada como alimento para las lombrices. La presente norma considera las siguientes materias para lombricompost:

Residuos de la producción agrícola como: frutas, hortalizas, legumbres, cereales, forrajes, fibras, café, otros.

Residuos de sistemas pecuarios como el estiércol de animales.

Residuos orgánicos de cocina.

Residuos orgánicos urbanos de poda de áreas verdes.

Residuos de la industria maderera, sin sustancias tóxicas, lacas ni barnices.

Con excepción de residuos sanitarios, hospitalarios, infecciosos y peligrosos.

Lombriz

Es un animal que cava túneles sobre el suelo húmedo para poder alimentarse de residuos orgánicos no tóxicos en descomposición, maso menos hasta unos 40 cm de profundidad, finalmente eliminan elementos no digeribles y metabólicos. (CASTILLO, J. 2010).

PINEDA, José, 2006. La taxonomía de la lombriz es la siguiente:

Reino: Animal

Sub reino: Metazoos

Tipo: Anélida

Phylum: Protostomía

Clase: Anélida

Orden: Oligochaeta

Familia: Lumbricidae

Especies: *L. rubellis*, *L. terrestris*, *E. foetida*

Una de las especies de lombrices más utilizada por su eficiencia y productividad es la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*. (NMX-FF-109-SCFI-2007).

Eisenia foetida

La lombriz roja californiana mide aproximadamente entre cinco a nueve cm en estado adulto, con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los siete meses de edad. Con un gramo de peso aproximadamente. La lombriz consume a diario una cantidad de residuos orgánicos considerable, equivalente a su peso, el 60% de lo ingerido se convierte en abono, y el 40% resultante lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales, su respiración es cutánea, vive en hábitats terrestres

húmedos y se adapta con facilidad al medio, con un control constante de los factores de pH, humedad y temperatura. (EULLOQUE, J. 2013)

La lombriz presenta un color rojo intenso, de cuerpo cilíndrico, construido por varios segmentos denominados metámeros, somitos o anillos, cada segmento tiene quetas o cerdas, que son como pelitos, estructuras que les permite deslizarse dentro del suelo, la duración de vida es entre 1 a 4 años en estado de cautiverio, el hábitad ideal para desarrollarse debe tener una temperatura óptima de 25°C, un pH entre 6,8 y 7,2 y una humedad de 70 a 80%.

La lombriz tiene ambos sexos, pero para reproducirse es necesario aparearse, mediante la fecundación cruzada, que resultan 2 capsulas llamadas cocones, los cuales se forman en el clitelo, esta estructura tiene forma de un anillo más grande que los demás, en donde se alojan los huevos.

Estos capullos contienen de 2 a 4 lombricitas con forma de pera, y son liberadas en el sustrato después del apareamiento. Las lombricitas permanecen por un tiempo variable dentro del cocón. (EULLOQUE, J. 2013)

La lombriz no puede ver ni escuchar y es muy sensible al entorno, reacciona negativamente a la luz, ya que los rayos del sol pueden secar su piel y mueren deshidratadas en unos pocos minutos, también protegerlas de los roedores y aves. No contraen enfermedades, ni las transmiten.

Calidad del suelo

Es un instrumento que comprende la utilidad y salud del suelo. (BAUTISTA, A, et al., 2004) y es percibida de muchas formas, una de ellas es la capacidad del suelo para poder funcionar. Incluyendo a ciertos

atributos como: la sostenibilidad, la productividad potencial, la fertilidad y la calidad ambiental. (PARR et al. 1992).

Potencial De Hidrógeno (pH)

El grado de acidez o de alcalinidad se expresa en el indicador pH, que varía en la escala del 0 a 14. Las sustancias en la escala entre 0 y 7 son ácidas, cuando es igual a 7 indica que la sustancia es neutra y cuando las sustancias están entre 7 y 14 son alcalinas.

El potencial de hidrógeno es un parámetro fundamental en el informe de análisis del suelo.

Los suelos con un potencial de hidrógeno mayor que 7.0, son alcalinos, presentando deficiencias de nutrientes como del hierro.

Los cultivos que crecen en suelos con un potencial de hidrógeno inferior a 7.0 reflejan síntomas de toxicidad de metales, como el hierro y manganeso, y las deficiencias de otros nutrientes, como el magnesio.

El rango de potencial de hidrógeno del suelo ideal para los cultivos por lo general está entre 5.8 a 6.9, un intervalo aceptable, debido a que los nutrientes están más disponibles para el cultivo. (FERTILIZER MANAGEMENT, 2014).

Conductividad Eléctrica (CE)

Es una medida de salinidad, potencial de rendimiento y los niveles de fertilizantes del suelo, y se mide en la solución del suelo. Por lo general la unidad de expresión es: mhos/cm.

Los cultivos tienen diferentes tolerancias a la salinidad. Si presenta gran concentración de salinidad el rendimiento disminuye, es decir la disminución del rendimiento del cultivo es proporcional al aumento del nivel de conductividad eléctrica. (FERTILIZER MANAGEMENT, 2014).

1.6. JUSTIFICACIÓN:

Uno de los problemas más comunes en la zona costera del Perú, es la baja fertilidad que presentan los suelos, por concentraciones excesivas de sales, entre las causas más comunes de esta problemática tenemos en primer lugar, a la salinidad natural, producida por condiciones climaticos áridos con presencia de materiales salinos y por un alto nivel del agua subterránea, en segundo lugar tenemos a la salinidad adquirida, la cual se debe a un mal manejo de riego, con aguas con un elevado contenido de sales, estas causas son las causantes de la concentracion de sales sobre el suelo y como consecuencia se genera la improductividad de alimentos. (KAMLA- RAJ. 2008).

El presente trabajo de investigación esta enfocado a dar una solución a esta problemática, elaborando abonos y aplicándolos sobre los suelos salinos, que estan destinados al cultivo de hortalizas.

Lo más importante de este proceso es que abarca los tres elementos para la sostenibilidad: ecológico, económico y social; debido a que es un tecnología no contamina, la inversión es mínima y la utilidad es amplia, y mejora la calidad del suelo para que las plantas crezca en un medio adecuado y el ser humano pueda consumirlas sin riesgo alguno.

Existen muchos estiércoles que son muy utiles para la elaboración de abonos naturales, unos mejores que otros, debido a la procedencia de la materia orgánica de origen animal y vegetal y agentes descomponedores que se utilizan para la elaboración de lombricompost

que permitieran el aumento de la fertilidad del suelo con una función sanadora que incrementará el rendimiento de los cultivos en la institución educativa. (KAMLA- RAJ. 2008).

Para este trabajo se considero usar dos tipos de estiércoles, uno de vaca y el otro de caballo , como parte de los dos tipos de sustratos, ambos tratados por separado, con las mismas condiciones de cuidado y con la intervención de la Lombriz roja Californiana, que permite la producción de humus de lombriz, posteriormente analizarlos y comparar los efectos que tienen sobre el suelo y discutir cual de los dos sustratos permite que el suelo se encuentre en mejores condiciones para sembrar, según el rango de la calidad del suelo.

Esta demostrado que este tipos de sustratos permiten mejorar la estructura del suelo, permitiendo una buena capacidad de absorción de agua y aumentar los nutrientes esenciales como el nitrógeno(N), fósforo (P) y potasio (K), a comparación de otros tipos de compost, acelerando la regeneración de los suelos infértiles, permitiendo la productividad de hortalizas de buena calidad y resistentes a las plagas, y patógenos del suelo. (KAMLA- RAJ. 2008).

1.7. HIPÓTESIS

El lombricompost usando *Eisenia foetida* con las excretas de vaca aumenta la mejoría de la calidad del suelo.

El lombricompost usando *Eisenia foetida* con excretas de caballo aumenta la mejoría de la calidad del suelo.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL:

Comparar la eficiencia del lombricompost usando *Eisenia foetida* en dos tipos de sustrato para mejorar la calidad del suelo.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar lombricompost usando *Eisenia foetida* en sustrato que contenga excretas de vaca.
- Elaborar lombricompost usando *Eisenia foetida* en sustrato que contenga excretas de caballo.
- Determinar la calidad del suelo antes de la aplicación del lombricompost.
- Aplicación del lombricompost usando *Eisenia foetida* con los dos tipos de sustrato al suelo.
- Evaluar que lombricompost es más eficiente en la mejora de la calidad del suelo.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

No experimental, Longitudinal, tipo descriptivo

2.2 VARIABLE Y OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DIMENSIÓN	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	INDICADOR	RANGO
Lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en dos tipos de sustratos	Estiércol de vaca	El estiércol de vaca tiene un valor nutritivo alto, pero cuando se moja en exceso se compacta y evita que la lombriz se desplace dentro del sustrato, por esto, es que se considera mezclarlo con materia vegetal para obtener un alimento esponjoso. (BOLLO, Enzo., 1999)	Se elaborará lombricompost usando la especie <i>Eisenia foetida</i> , desechos orgánicos vegetales y excretas de vaca. Para luego aplicarlas como mejorador del suelo.	Temperatura pH Humedad Aireación	20° > 30° Optima 25°C Entre 6.5 y 7.5 Optima 7 75 a 80% Mala Buena Exlente
	Estiércol de caballo	El estiércol de caballo carece de nutrientes, por esta razón se considera usarlo como fertilizante natural para la elaboración de humus de lombriz, para que mejore su calidad como abono orgánico y pueda mejorar el suelo. (JARDON, Toni, 2017)	Se elaborará lombricompost usando la especie <i>Eisenia foetida</i> , desechos orgánicos vegetales y excretas de caballo. Para luego aplicarlas como mejorador del suelo.	Tamaño de partículas Color Textura Sin olor	3 a 5 cm inicio Homogenea al final Marrón Oscuro Desmenuzado, poroso Sin olor desagradable

Tabla 2. Operacionalización de variable independiente

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	RANGO
Calidad del suelo	<p>ARSHAD y COEN, 1992. El suelo de buena calidad acepta almacena y absorbe agua, minerales y energía que hace posible la producción de los cultivos.</p> <p>La calidad del suelo es un factor muy importante para poder desarrollar prácticas agrícolas sostenibles. WANG y GONG, 1998.</p>	<p>Se tomarán muestras del suelo a una profundidad de 30 cm, para realizarle análisis físicos y químicos, para ver su estado, antes de aplicar los dos tipos lombricompost por separado.</p> <p>Después de esto se evaluará el efecto que tienen estos dos lombricompost sobre el suelo, para finalmente comparar cuál de los dos mejorará la calidad del suelo.</p>	Químicos	<p>Potencial de Hidrógeno</p> <p>Conductividad eléctrica Mmhos/cm</p> <p>Materia Orgánica %</p> <p>Fósforo disponible ppm</p> <p>Potasio Disponible ppm</p> <p>CALCAREO</p>	<p>6.5 – 6.9: ligeramente ácidos. 7.0: neutros. 7.1 – 7.4: ligeramente alcalinos.</p> <p>0 – 2.0 mmhos/cm. Efecto de la sal es insignificante. 2.1 – 4mmhos/cm. Suelos ligeramente salino (normales). 4.1 – 8 mmhos/cm. Salinos.</p> <p>0 – 2 %= Bajo. 2.1 – 4%= Medio. > 4%= Alto.</p> <p>0 – 6 ppm. = Bajo. 7 – 14 = Medio. >14 = Alto.</p> <p>0 – 250 ppm. = Bajo. 255 – 350 = Medio. > 350 = Alto.</p> <p>0 – 2 = Normal. 2 – 4 = Medio. > 4 = Alto.</p>
			Físicos	<p>Textura</p>	<p>Ar = Textura Arcillosa. lo = Textura Limosa. Fo = Textura Franca. Ao = Textura Arenosa. Fo Ar = Textura Franco arcilloso. Fo Ar = Textura Franco Arenoso. Fo Ar Ao= Textura franca arcilloso– arenoso Fo Ar Lo = Textura franca arcilloso – limoso</p>

Tabla 3. Operacionalización de variable dependiente

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN:

Terreno de 12 m² dedicado a la huerta del colegio.

MUESTRA:

1kg de muestra compuesta de cada sustrato de 6m² del terreno.

MUESTREO:

No probabilístico, por conveniencia.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y VALIDEZ

2.4.1. MÉTODOLÓGIA DE TRABAJO

CONSTRUCCIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTERA:

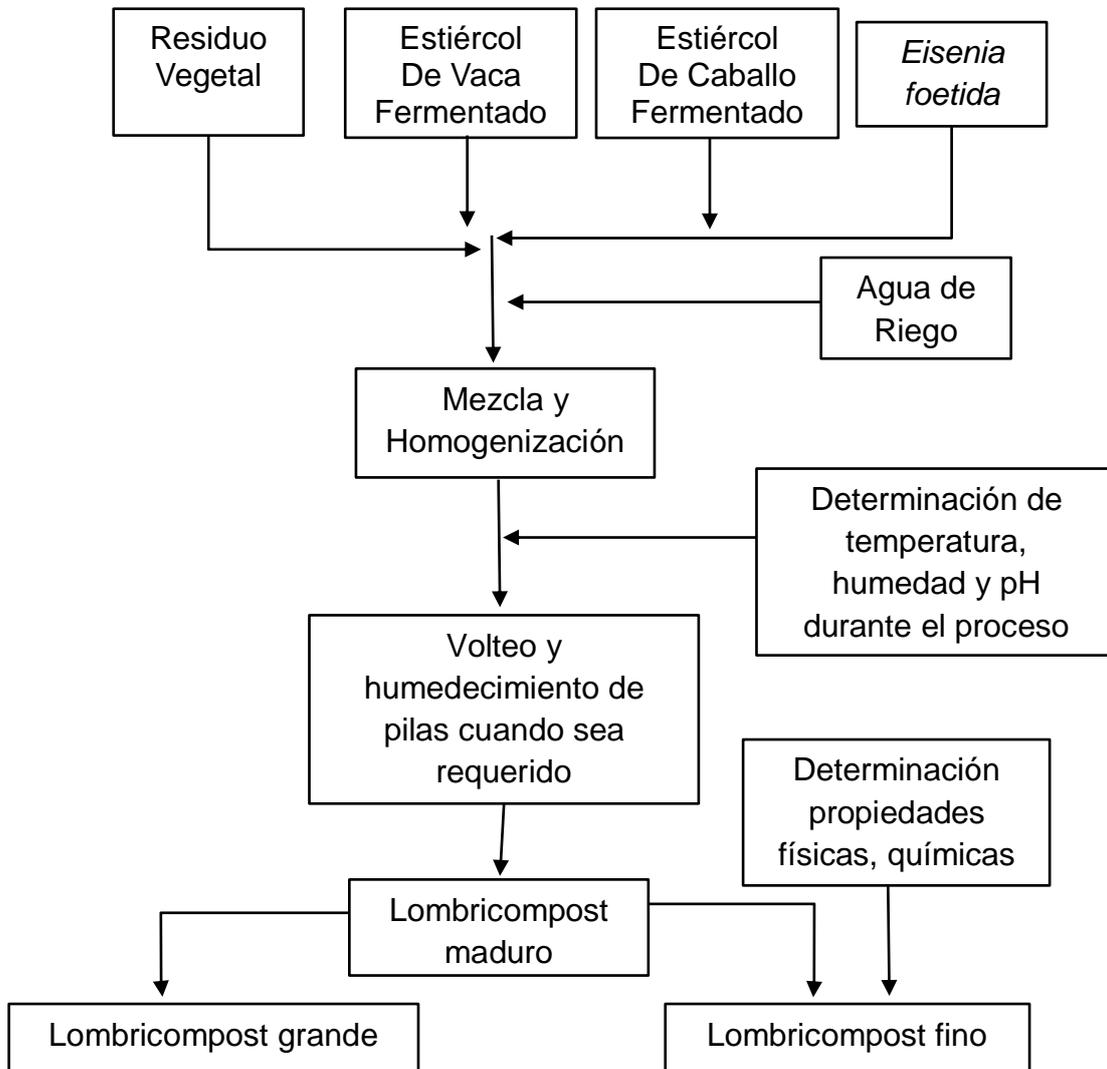


Figura 1. Flujograma del proceso de lombricompost (Elaboración propia, 2017)

PASO 1: Preparación de las camas para las lombrices:

Para permitir las condiciones adecuadas para el desarrollo de las lombrices se preparo la cama usando materiales gruesos, como base, entre los más usados tenemos las ramas trituradas, carrizo, hojas secas y aserrin.

La cama debe estar protegida de las extremas temperaturas, que podrían presentarse durante el proceso, que garantice una humedad y aereación equilibrada con un sistema de drenaje para eliminar los lixiviados.

PASO 2: Proporcionar el alimento:

Añadir a la cama una cama de restos vegetales y los dos tipos de estiércoles previamente fermentados.

PASO 3: Colocar las lombrices:

Colocar las lombrices, 1 kilogramo de peso en cada sustrato.

PASO 4: Riego del compost:

Para humedecer el compost de lombriz, se debe tener en cuenta la temperatura y la evaporación. Se debe tener en cuenta que las lombrices necesitan humedad para poder deslizarse en los sustratos, es por esto que las pilas no deben tener excases de agua, pero tampoco ir al exceso porque podrían ahogarse.

PASO 5: Cubrir el compost de lombriz:

Es importante cubrir la pila del compost para proteger a las lombrices de los roedores y aves, también de la luz directa del sol.

PASO 6: Monitoreo

Mediante esta técnica se podrá recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al proceso de lombricompost.

Fases del monitoreo:

Variación temporal de temperatura:

La temperatura fue evaluada 1 vez por semana y se midió introduciendo directamente el termómetro digital a la pila del lombricompost. Se midió la temperatura exterior e interior de la masa (desde el primer día). En 5 puntos diferentes.

Volteo de pilas

Los volteos de las pilas se realizan 2 veces por semana

Cosecha del lombricompost final

Una vez terminado el proceso de lombricompost se procederá a cosechar los diferentes compuestos, para esto se utilizará un tamiz con una malla de 5 mm, cada orificio.

Pesado del lombricompost

Después del tamizado final, se procederá al pesado de 1 kilogramo de cada compuesto para ser analizado.

Posterior a esto se aplicará al suelo de la huerta.

Fase de gabinete

Mediante instrumentos esenciales analizar los parámetros de

humedad, temperatura, pH, C/N, CE y aireación, para realizarles un análisis e interpretar la información acumulada durante la fase de campo, elaborar gráficas y cuadros, y a partir de los resultados realizar las discusiones y conclusiones.

2.4.2. TÉCNICAS DE DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- ✓ **Determinación de pH: método electrométrico.**
 - Reactivo: Agua destilada
 - Equipo: pH-metro

- ✓ **Determinación de conductividad eléctrica: método de extracto de saturación.**
 - Reactivo: Agua destilada
 - Equipo: Conductímetro

- ✓ **Determinación de materia orgánica: método Walkey Black.**
 - Reactivo: ácido sulfúrico, dicromato de potasio, ácido fosfórico y sulfato ferroso amoniacal.

- ✓ **Determinación de fósforo disponible: método Olsen.**
 - Reactivo: Bicarbonato de sodio, molibdato de amonio, ácido sulfúrico, ácido ascórbico.
 - Equipo: Colorímetro

- ✓ **Determinación de potasio disponible: método del H_2SO_4 6n.**
 - Reactivo: ácido sulfúrico 6n, SUPERFLOC.
 - Equipo: Fotómetro de llama

- ✓ **Determinación de carbonatos: método gasométrico.**
 - Reactivo: ácido clorhídrico 10%
 - Equipo: Gasómetro

✓ **Determinación de textura: método hidrómetro.**

- Reactivo: Hexametafosfato de sodio.
- Equipo: Fotómetro de llama

2.4.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Materiales de campo:

Estiercol de vaca proveniente del establo de FONAVI

Estiercol de caballo proveniente del establo de FONAVI

Residuo vegetal, proveniente de podas de la institución educativa

Desechos orgánicos (cáscaras de frutas, verduras, huevos)

Agua de riego

Mangueras

Regaderas

Trinche

Palana

Sacos

Plástico 3 x 5

Tamiz metálico 5 mm

Bolsas plásticas herméticas

Equipos:

Termómetro digital

Balanza comercial

EPP (Equipo de protección personal):

Mandil blanco

Guantes de jardinería

Tapa boca

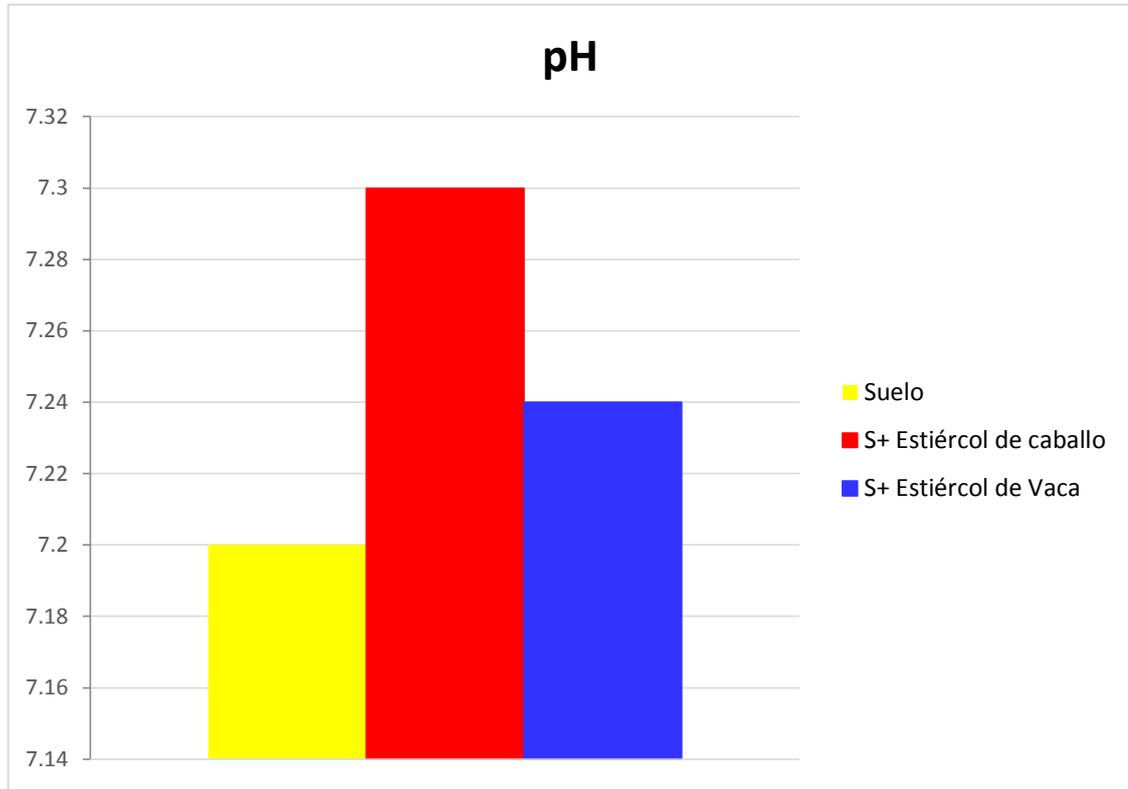
2.4.3. VALIDEZ DE DATOS

La validez del trabajo de investigación será en el Laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Vista Florida.

2.5. MÉTODOS DE ANALISIS DE DATOS

Los datos en esta investigación serán interpretados en el programa EXCEL.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS



El presente trabajo de investigación se caracteriza por ser objetiva, dará una solución para mejorar la calidad del suelo, con la aplicación de dos tipos de lombricompost.

III. RESULTADOS

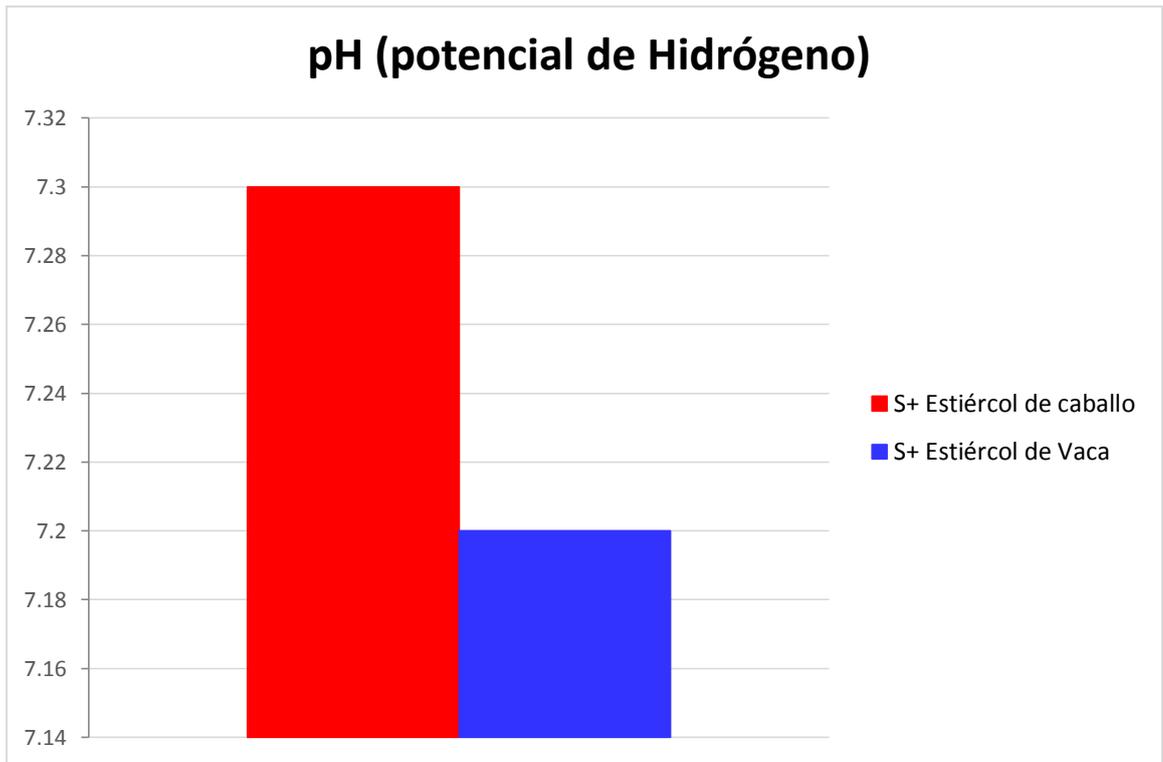
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES QUÍMICOS DEL SUELO

3.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO:

Figura 2. pH (potencial de Hidrógeno) del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.

En el gráfico de barras de la figura 2, se presenta la evolución del potencial de hidrógeno del suelo al inicio con un pH de 7.20.

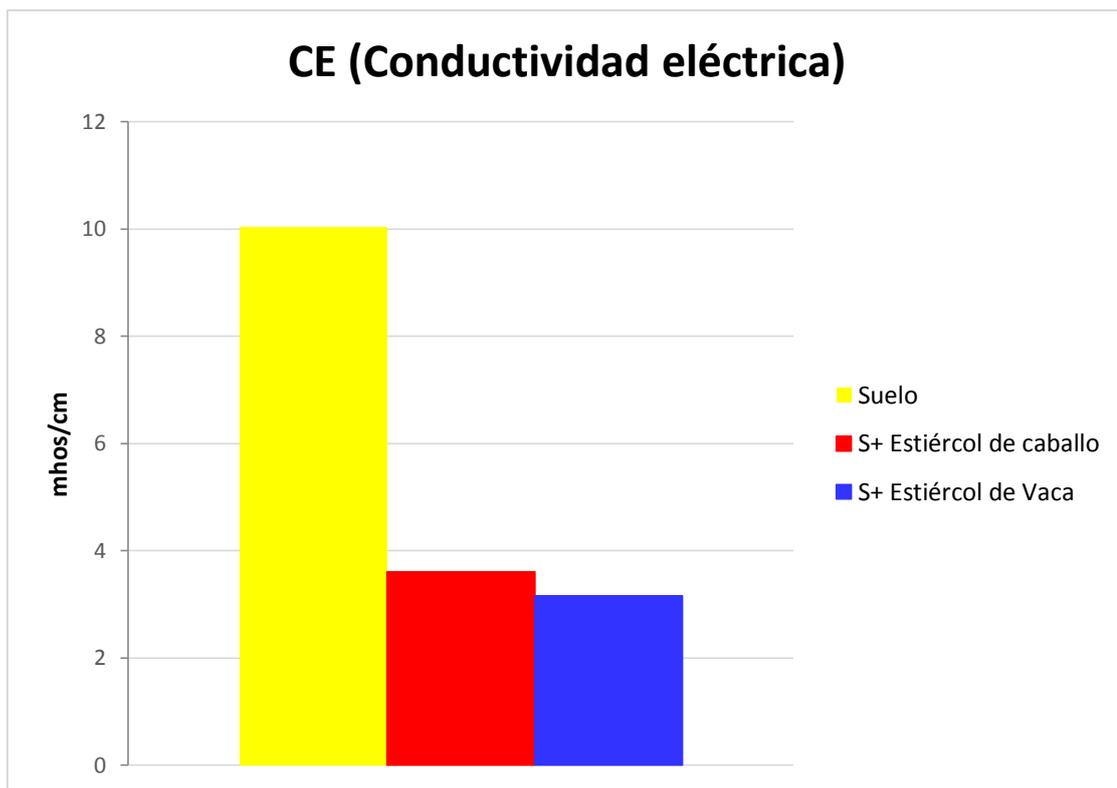
Posteriormente a los veintiún días de haber iniciado la presente investigación, el



pH del suelo con estiércol de caballo fue de 7.30; y para el suelo con estiércol de vaca, el pH que se encontró fue de 7.20. Estos valores nos indica que el suelo es ligeramente alcalino, y que el pH del suelo con el estiércol de caballo es ligeramente más salino a comparación del pH del suelo con estiércol de vaca.

Figura 3. pH (Potencial de Hidrógeno) del suelo con los dos sustratos al final del proceso.

Después de treinta y un días, el pH del suelo con estiércol de caballo se mantiene en 7.30; mientras que el suelo con estiércol de vaca, el pH bajo a 7.20. Estos valores nos indican que el suelo aún es ligeramente alcalino, y que el pH del suelo con el estiércol de caballo sigue siendo ligeramente más salino a comparación del pH del suelo con estiércol de vaca.



3.1.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:

Figura 4. CE (Conductividad eléctrica) expresado en mhos/cm, del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.

En el gráfico de barras de la figura 4, se presenta la evolución de la conductividad eléctrica del suelo al inicio con una CE de 10.04 mhos/cm, siendo muy alcalino. Posteriormente a los veintiún días de haber iniciado la presente investigación, la CE del suelo con estiércol de caballo bajo a 3.61 mhos/cm; y para el suelo con estiércol de vaca, la CE que se encontró fue de 3.16 mhos/cm. Estos valores nos indica que el suelo es ligeramente salino, ambos resultados están considerados normales dentro del rango.

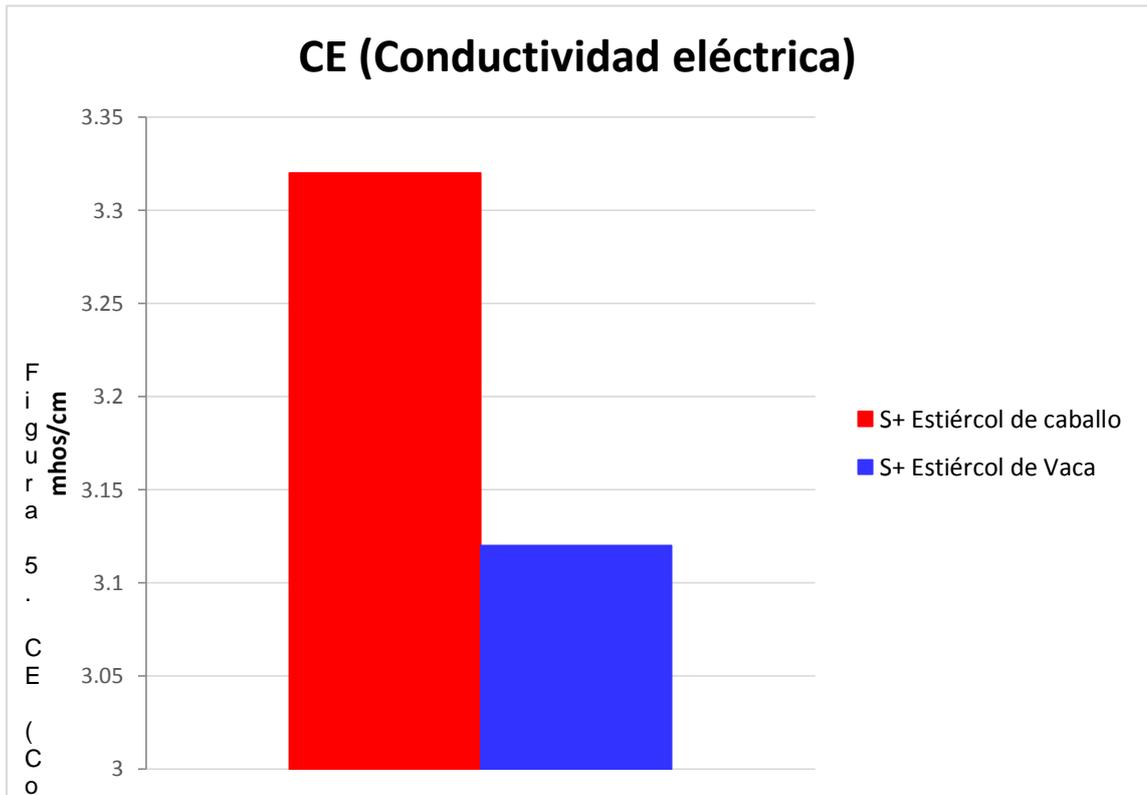


Figura 5. Conductividad eléctrica (CE), expresado en mhos/cm, del suelo con los dos sustratos al final del proceso.

Después de treinta y un días, la CE del suelo con estiércol de caballo bajo a 3.32 mhos/cm; mientras que el suelo con estiércol de vaca, la CE bajo a 3.12 mhos/cm. Estos valores nos indican que el suelo aun ligeramente salino, ambos resultados están considerados normales dentro del rango.

3.1.3. MATERIA ORGÁNICA:

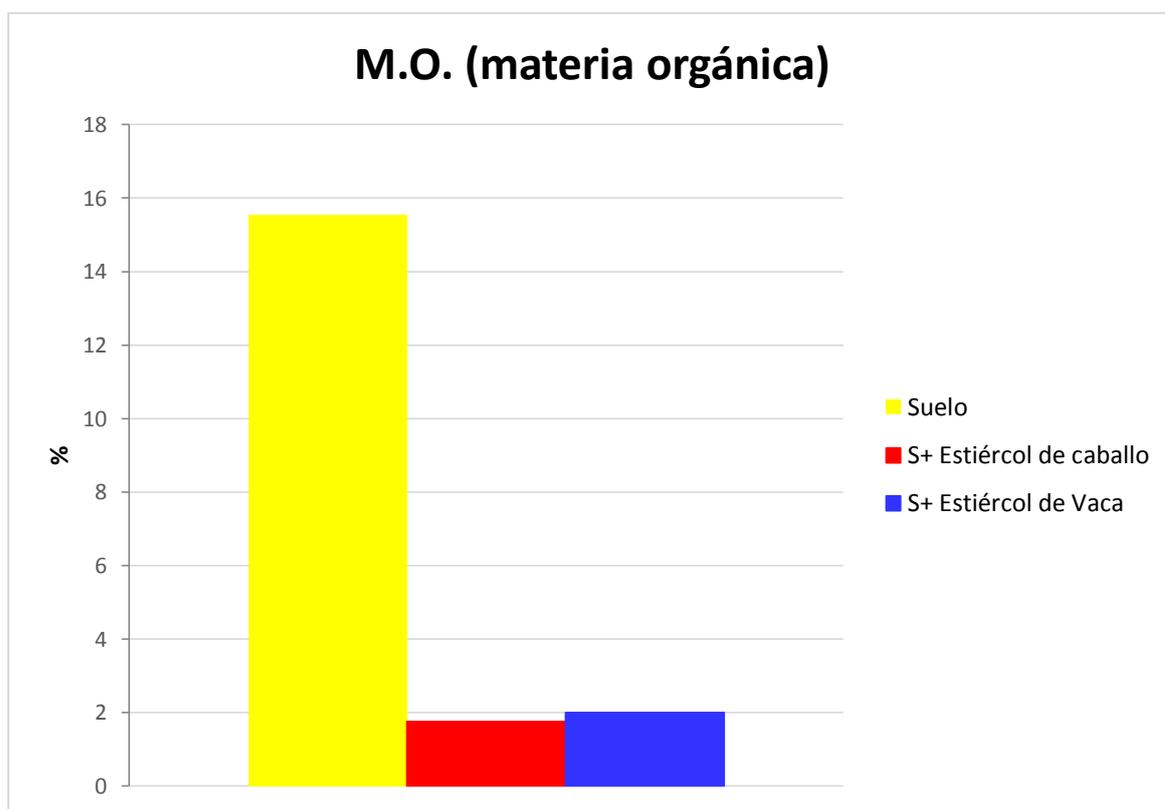


Figura 6. MO (materia orgánica) expresada en porcentaje (%), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.

En el gráfico de barras de la figura 6, se presenta la evolución de la materia orgánica. del suelo al inicio con una concentración de 15.55 %.

Posteriormente a los veintiún días de haber iniciado la presente investigación, la materia orgánica del suelo con estiércol de caballo bajo a 3.61 %; y para el suelo con estiércol de vaca, la CE que se encontró fue de 3.16%. Estos valores nos indica que el suelo presenta una concentración de materia orgánica baja.

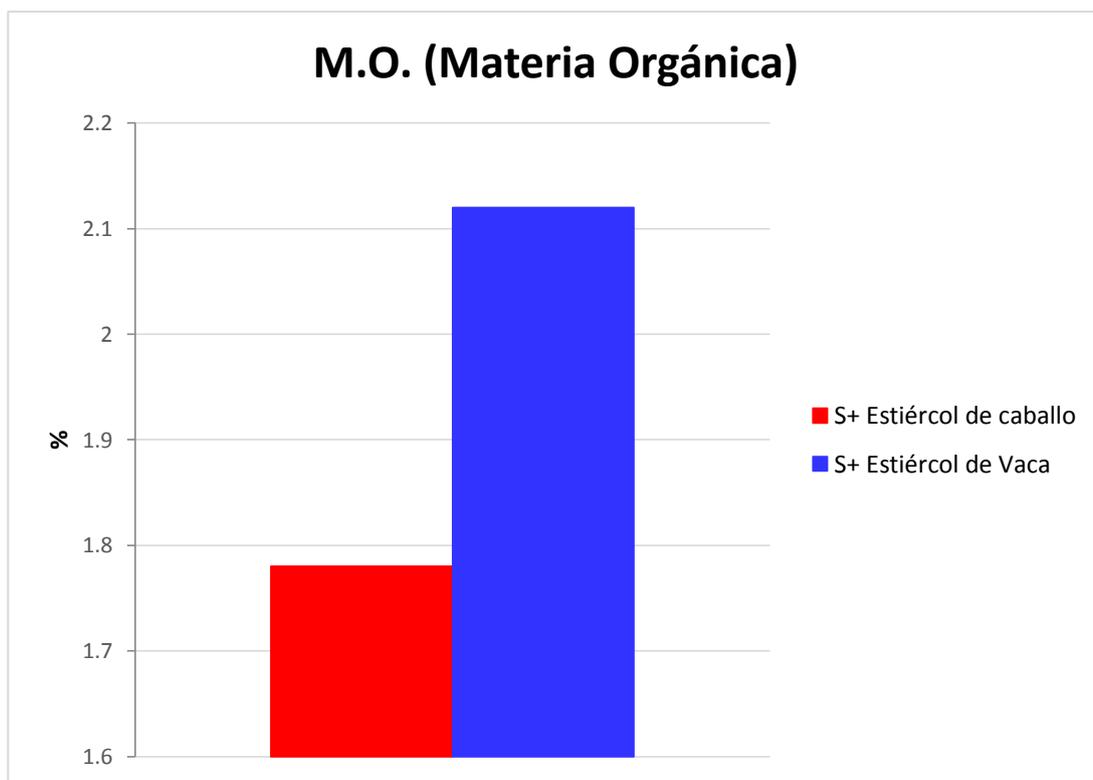
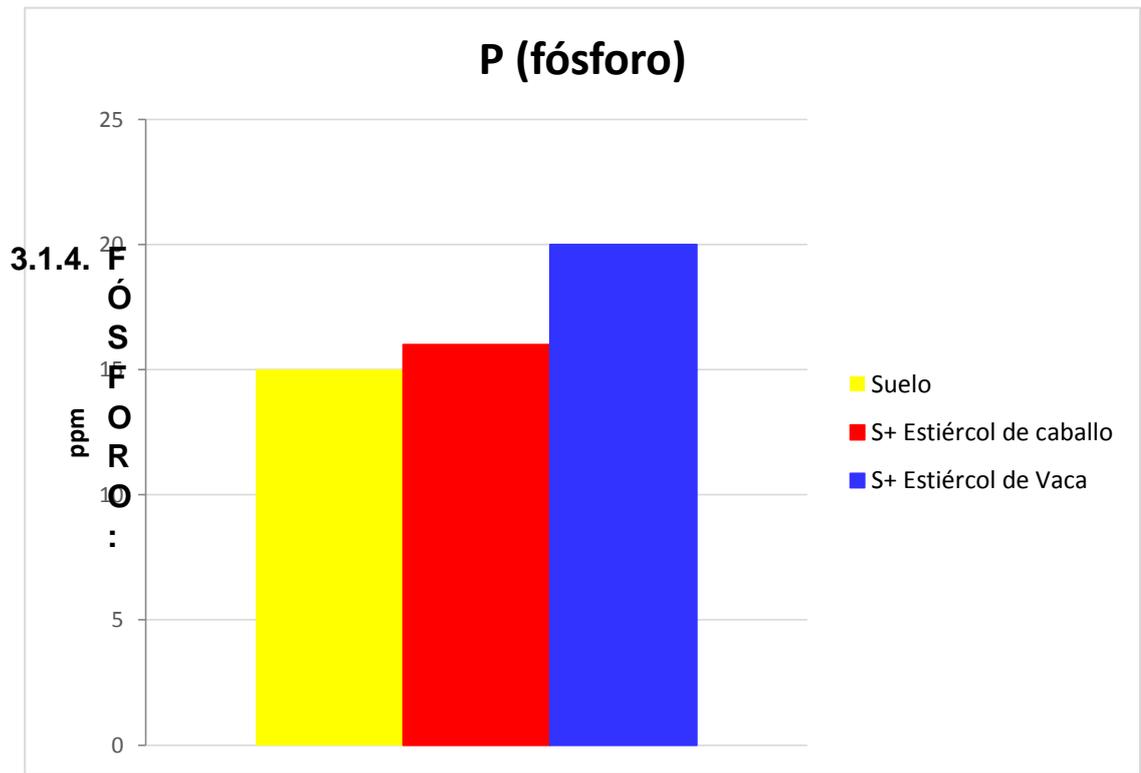
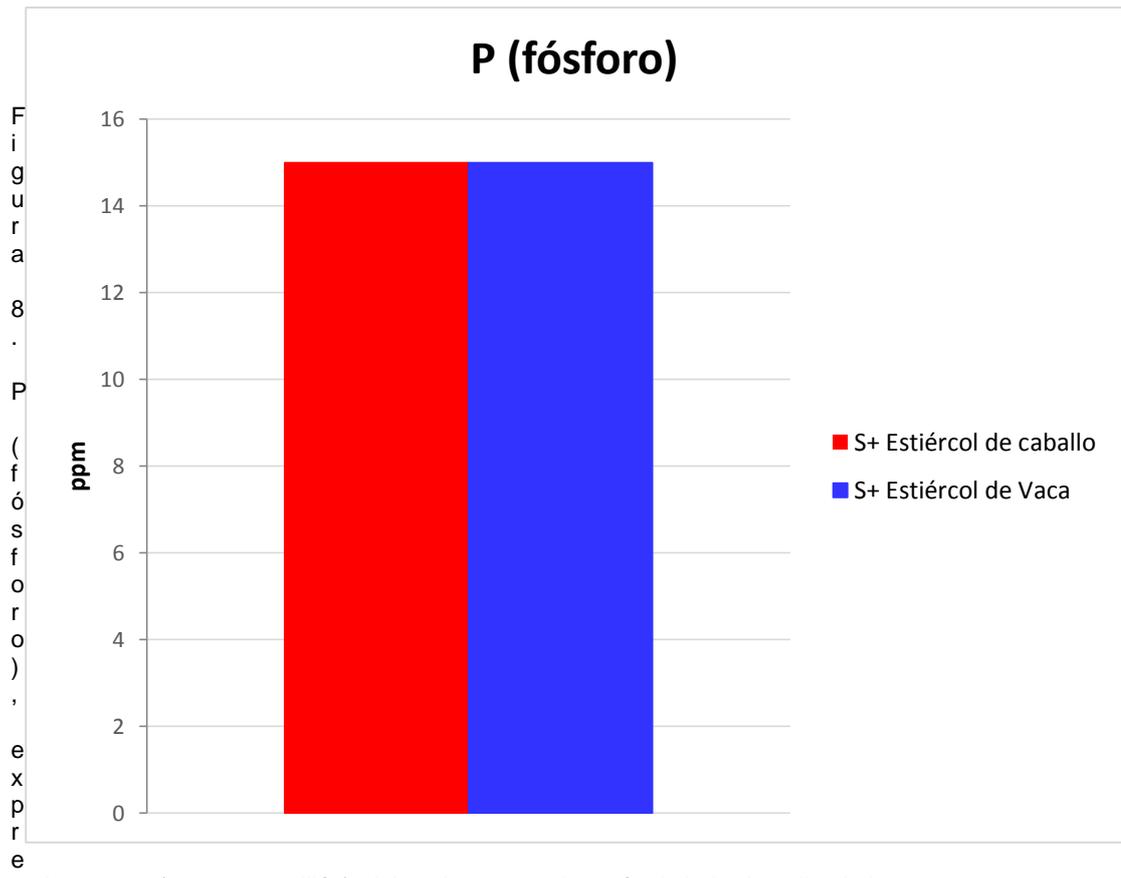


Figura 7. MO (materia orgánica) expresada en porcentaje (%), del suelo con los dos sustratos al final del proceso.

Después de treinta y un días, la concentración de materia orgánica en el suelo con estiércol de caballo es de 1.78%; mientras que el suelo con estiércol de vaca, la CE es de 2.12%. Estos valores nos indican que el suelo con estiércol de caballo presenta una baja concentración de materia orgánica, mientras que el suelo con estiércol presenta una concentración media dentro del rango.





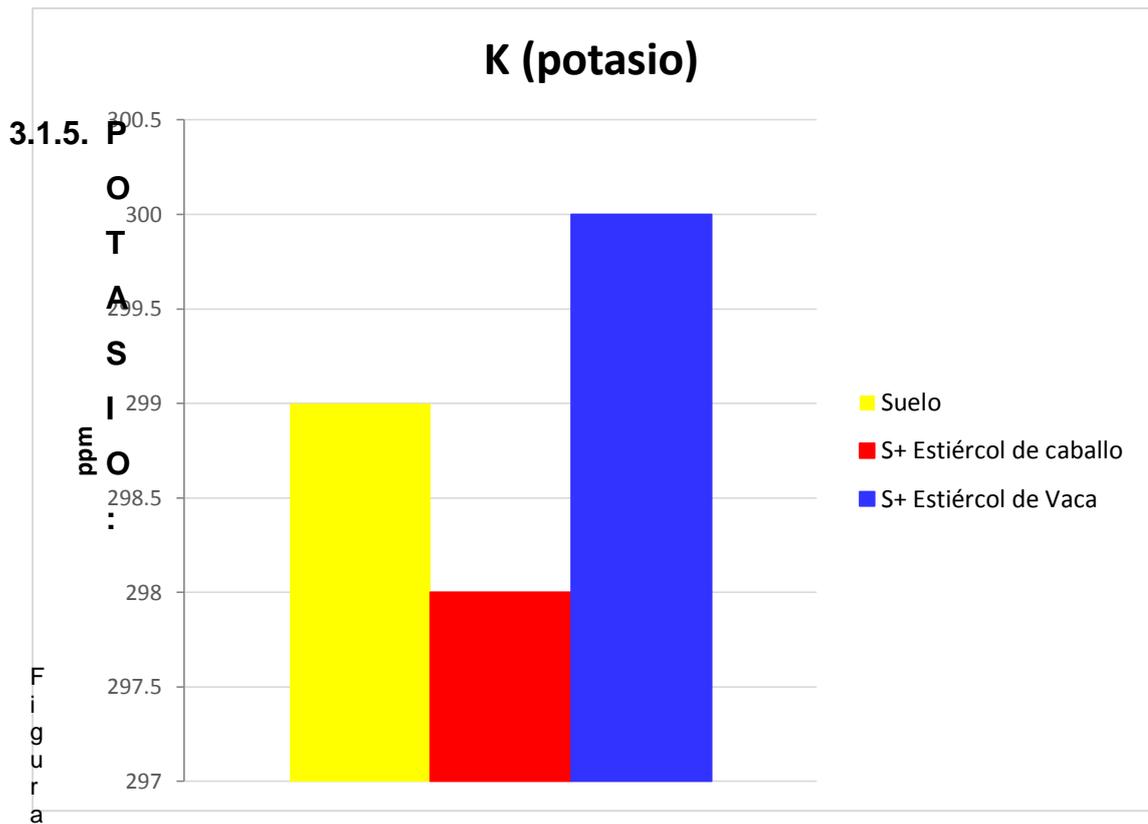
sado en ppm (partes por millón), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.

En el gráfico de barras de la figura 8, se presenta la evolución del fósforo del suelo con una concentración alta de 15 ppm.

Posteriormente a los veintiún días de haber iniciado la presente investigación, el fósforo en el suelo con estiércol de caballo presento una concentración de 16 ppm; y en el suelo con estiércol de vaca, se encontró una concentración de fosforo de 20 ppm. Estos valores nos indica que el suelo tiene altas concentraciones de fósforo.

Figura 9. P (fósforo), expresado en ppm (partes por millón), del suelo con los dos sustratos al final del proceso.

Después de treinta y un días, la concentración de fósforo en el suelo con estiércol de caballo es similar al suelo con estiércol de vaca, con 15 ppm. Estos valores nos indican que ambos suelos presentan una concentración alta de fósforo.



10. K (potasio), expresado en ppm (partes por millón), del suelo antes y después de haberle aplicado los sustratos.

En el gráfico de barras de la figura 10 se presenta la evolución del potasio del suelo con concentración media de 299 ppm.

Posteriormente a los veintiún días de haber iniciado la presente investigación, el potasio en el suelo con estiércol de caballo presento una concentración media de 298 ppm; y en el suelo con estiércol de vaca, se encontró una concentración de potasio de 300 ppm. Estos valores nos indica que el suelo tiene concentraciones medias.

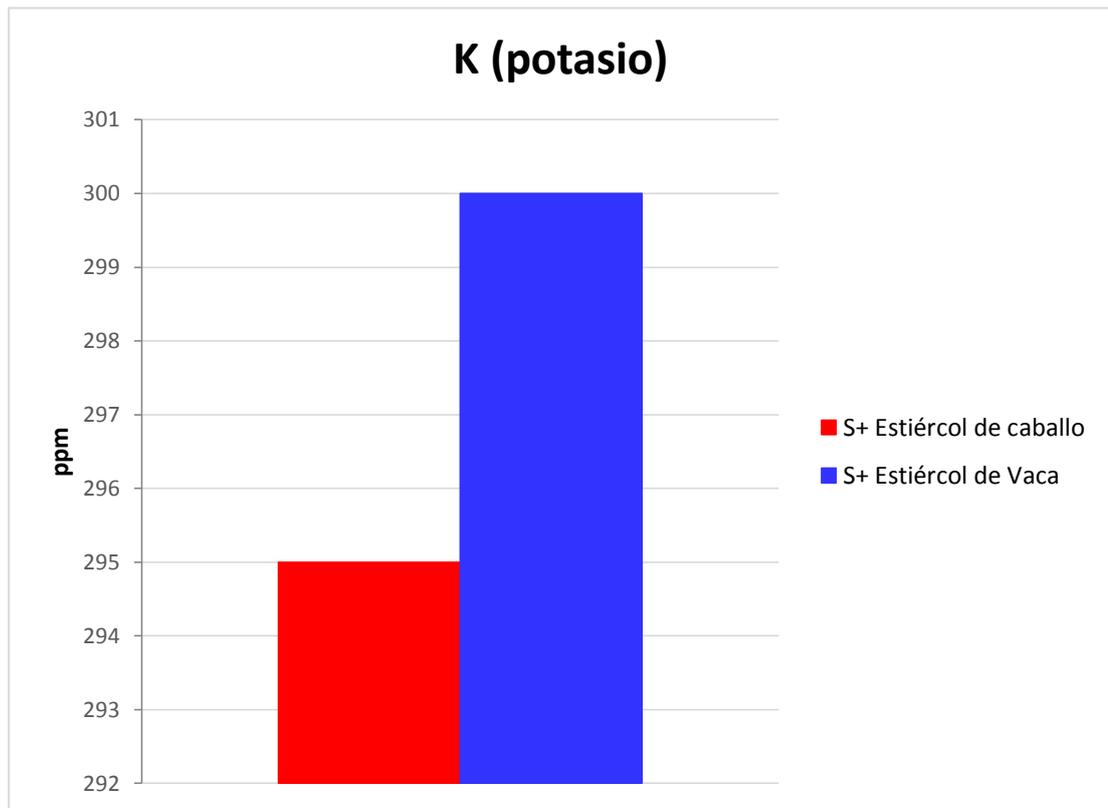


Figura 11. K (potasio), expresado en ppm (partes por millón), del suelo con los dos sustratos al final del proceso.

Después de treinta y un días, la concentración de potasio en el suelo con estiércol de caballo bajó a 295 ppm, mientras que la concentración de potasio en el suelo con estiércol de vaca se mantuvo en 300 ppm. Estos valores nos indican que ambos suelos presentan una concentración media de potasio.

IV. DISCUSIÓN

En las tablas N° 10 y 11. Se muestran los resultados fisicoquímicos de la muestra tomada en el día treinta y uno, en la etapa final, del suelo con los dos sustratos, observamos que el porcentaje de materia orgánica del caballo fue de 1.78% y el de vaca de 2.12%. Según CHICAIZA, Juan 2007. Sus resultados tomados a los cincuenta días el porcentaje de materia orgánica del caballo fue de 0.48% y el de vaca fue de 0.26%.

En las mismas tablas observamos que la conductividad eléctrica que presentaban los sustratos en la etapa final, para el sustrato con estiércol de caballo fue de 3.32 mhos/cm y el sustrato con estiércol de vaca fue de 3.12 mhos/cm, CHICAIZA, Juan, 2007, describe que el resultado final del sustrato con estiércol de caballo fue de 12.2 mhos/cm y el sustrato con estiércol de vaca fue de 2.9 mhos/cm.

En cuanto a nutrientes tenemos al fósforo que se obtuvo como resultado que ambos sustratos presentaron 15.00 ppm. y el autor describe que el sustrato con estiércol de caballo fue de 0.58 ppm y el de vaca fue de 0.85 ppm.

Los resultados del trabajo con respecto a los resultados del autor demuestran que todos los abonos con la intervención lombrices y microorganismos mesófilos, mejoran la estructura del suelo, pero hay que aclarar que el tiempo influye mucho en la mejora, es decir que, a más tiempo que pase, el suelo asimilará mejor los nutrientes que le brinda el sustrato.

V. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Se elaboró el lombricompost con el estiércol de ganado vacuno y con el estiércol de ganado equino, en ambos se le aplicaron las lombrices rojas californianas, las cuales intervinieron mucho en la mejora de las características físicas de estos dos sustratos durante el proceso.

Al analizar el suelo antes de la aplicación de los dos sustratos se observó que no tenía las características necesarias para ser utilizado como un suelo apto para el cultivo de hortalizas por tener altas concentraciones de sales.

Después de la aplicación de los dos sustratos al suelo, se dejó por un lapso de 31 días para que estos sustratos tengan su aportación de nutrientes para el suelo y posteriormente realizar el análisis de sus características fisicoquímicas.

Ambos resultados no tienen diferencias muy significativas, quizá por haber recibido el mismo cuidado, bajo las mismas condiciones, pero sí que el de la vaca presentó características más apropiadas según el rango de fertilidad del suelo, hay que recordar que la vaca tiene un estómago, dividido en cuatro cavidades: el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso, los cuales les permite digerir la celulosa más fácil a comparación de otros animales, esto les permite extraer nutrientes específicos de los alimentos vegetales ricos en celulosa.

El tiempo influye mucho en la mejora, es decir que mientras más tiempo este el sustrato en el suelo, el suelo asimilará más sus nutrientes y mejorara las condiciones de su estructura.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la institución educativa “Angelitos de Jesús”, difundir sobre la importancia del uso de abonos naturales a los alumnos y compartirlo con otras instituciones, usando a la lombriz *Eisenia foetida*; porque esta demostrado que la aplicación del producto que se obtiene de la intervención de este organismo sobre la materia orgánica, mejorará la calidad del suelo y permitirá la productividad de las hortalizas.

Según los resultados de los análisis de ambos sustratos son buenos para mejorar la calidad del suelo, pero depende mucho de la procedencia de las excretas, alimentación de las lombrices condiciones adecuadas de cuidado, entro otros aspectos ya que influye mucho en el resultado final del producto.

VII. REFERENCIAS

1. CASTILLO, A. et al., caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados, Corriente, Argentina, 2000, p. 2
2. RAMON, A., Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y su Capacidad Reproductiva, 1996, p. 2-14
3. MARTIN, N. Valoración de algunos residuos agrícolas para la obtención de lombricompost- Sección Floricultura y Jardinería. Granja Agrícola Experimental. Cabildo de Gran Canaria, 2014, p. 58- 63
4. FERRUZI, C. 1994. Manual de Lombricultura. Edición Mundí Prensa. Madrid, España. p. 2- 8.
5. KAMLA- RAJ. 2008. Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management, pág. 60. Uttaranchal, India. 2008.
6. ROMAN, P. et al. Manual de compostaje del agricultor- Experiencias en América Latina. Santiago de Chile, 2013, p. 68- 76.
7. MINAM (Ministerio del Ambiente), 2013. Informe del estado del ambiente 2012-2013, Perú. Página 149. <http://www.minam.gob.pe/politicas/wp-content/uploads/sites/17/2013/10/INFORME-NACIONAL-del-Estado-2013.compressed.pdf>.
8. DIAZ, E., Guía de Lombricultura, una alternativa de producción, La Rioja, Abril, 2012, pag. 26-34.
9. CHARPIENTER, C, et al., 1998. Los desechos sólidos un problema que podría convertirse en beneficio para usted y su comunidad. EFUNA. Heredia, Costa Rica. 34p.
10. POSSO, Julio. Evaluación de diferentes dosis de compost y lombricompost aplicado al suelo de vivero de palma aceitera. Página 10. 2010-Colombia
11. LARCO, E. Hoja técnica de manejo integrado de plagas y agroecología- Preparación de lixiviados de compost y lombricompost. Costa Rica, 2004, n° 73, p. 79-89.

12. HENRIQUEZ, C. et al. Produciendo abonos de Lombriz - Una forma entretenida de manejar los residuos orgánicos para no contaminar nuestro ambiente, Costa Rica, 2003, p. 2- 6.
13. HERNÁNDEZ, D.. Lombricultura contra contaminación ambiental. *Ambientico*, 2002, 106: 20-21.
14. PINEDA, José., *Lombricultura*, Instituto Hondureño del Café. 1ra. Ed. Tegucigalpa: HLitografía Lopez, ISBN 99926-37-50-1, 2006.
15. EULLOQUE, J. 2013. Caracterización física, química, biológica y valoración agronómica del vermicompost de *Eisenia foetida* obtenido del contenido ruminal de bovino -Tesis para obtener grado maestro en ciencias en producción agrícola sustentable – pág. 11, México, 2013.
16. ARSHAD, M.A. Y COEN, G.M. 1992. Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *American J. of Alternative Agriculture* 7: 25-31.
17. Melgar, R. y Fernández, M.M., *Recomendaciones para elaborar Compost y vermicompost a partir de restos vegetales*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Almería, 2012, p. 3-21.
18. CASTILLO, J. 2010. Tesis de especialista en cultivos perennes industriales. Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos. Pag. 14-20. Colombia.
19. TECA, *Elaboración de Lombricompost*, Chiquimula, Guatemala, 2004, pag 2
20. RESTREPO, J. *Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil*. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P. 1996.
21. BAUTISTA, A, et al. La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. pág. 90-92, 2004.
22. SALAZAR, Juan, et al. *Guía para la evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*. Argentina, pág. 72-78. 2000.
23. SINGER, M.J. Y EWING, S. 2000. Soil Quality. En *Handbook of Soil Science*. Chapter 11 (ed. Sumner, M. E.), 271-298, CRC Press, Boca Raton, Florida.
24. Norma Oficial Mexicana NMX-F109-SCFI-2007, para humus de lombriz. 2007.
25. Tineo, A.L. *Crianza y manejo de lombrices con fines agrícolas*. Publicaciones del Proyecto RENARM/ Manejo de Cuencas. CATIE, Turrialba. 1994.
26. SQI-SOIL QUALITY INSTITUTE. 1996. *Indicators for Soil Quality Evaluation*. USDA Natural Resources Conservation Service. Prepared by the National Soil Survey Center in cooperation with The Soil Quality Institute, NRCS, USDA, and the National Soil Tillage Laboratory, Agricultural Research Service. USA.
27. ALTAMIRANO, M. *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica*

- a manual, pág. 80. 2006- Lima.
28. FERTILIZER MANAGEMENT, 2014. Artículo "5 Parámetros Importantes en Su Análisis de Suelo". Los 5 parámetros esenciales a tener en cuenta en la gestión de los cultivos. 2014.
 29. WANG X. Y Z. GONG. Assesment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China. *Geoderma* 81: 339-355. 1998.
 30. QUIROGA, y FUNARO. 2004. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas Pp: 47-6. 2004.
 31. HÜNNEMEYER, J.A., DE CAMINO, R. Y MÜLLER, S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: Indicadores para la agricultura y los recursos naturales. IICA/GTZ. San José, Costa Rica.
 32. SILVA ROSSI, M. 2004. Evaluación de la estabilidad estructural en superficie, a través de las propiedades hidráulicas. En R. Filgueira y F. Micucci, Editores. Metodologías físicas para la investigación del suelo: Penetrometría e Infiltración. Editorial de la Universidad de la Plata. Pp: 121-130. 2004.
 33. ROLLÁN A, M KARLIN, Y O BACHMEIER. 2004. Siembra directa y densificación subsuperficial en Molisoles del centro norte de Córdoba. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas Pp: 47. 2004.
 34. GREGORICH EC, CARTER MR, ANGERS VC, MONREAL M Y ELLERT BH. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soil. *Can J. Soil Sci.*, 367-385. 1994.
 35. PARR, J.F., PAPENDICK, R.I., HORNICK, S.B. Y MEYER, R.E. 1992. Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture. *American J. of Alternative Agriculture* 7: 5-11.
 36. KARLEN, D.L., MAUSBACH, M.J., DORAN, J.W., CLINE, R.G., HARRIS, R.F. Y SCHUMAN, G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America J.* 61: 4-10.
 37. DORAN, J.W. Y PARKIN, B.T. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.
 38. SAGASTUME, E. 2015. Evaluación de lombricompost de coqueta roja (*Eisenia foetida*) en la producción de chile dulce; la fragua, Zacapa- Tesis de grado, pág. 11. Zacapa. 2015.

ACTIVIDADES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1. Reunión con la directora de la Institución Educativa “Angelitos de Jesús”	X						
2. Capacitación a los estudiantes, docentes y padres de familia de la Institución educativa Angelitos de Jesús”	X						
3. Planteamiento de la elaboración de Lombricomposteras	X						
4. Aceptación del proyecto	X						
5. Elaboración de las dos lombricomposteras		X					
6. Proporcionar el alimento		X	X	X	X		
7. Colocar las lombrices		X					
8. Riego del compost		X	X	X			
9. Monitoreo		X	X	X	X	X	
10. Análisis del suelo antes de la aplicación de los sustratos					X		
11. Aplicación de los sustratos					X		
12. Análisis de los sustratos sobre el suelo						X	X

Tabla 4. Cronograma de elaboración de Lombricompost

✓ ELABORACIÓN DE LOMBRICOMPOST

El registro de Ph, temperatura y humedad, se realizó en un periodo de tiempo de dos meses, realizando un monitoreo cada diez días, durante dos meses con la finalidad de mantener las condiciones apropiadas para el desarrollo de la lombriz, durante el proceso de biodegradación.

• pH

Lombricompost de Vaca	
Días	pH
0	8.1
10	8
20	7.8
30	7.4
40	7.3
50	7

Tabla 5. pH de Lombricompost de vaca

Lombricompost de Caballo	
Días	pH
0	8.3
10	8.0
20	7.5
30	7.3
40	7.1
50	7

Tabla 6. pH de Lombricompost de caballo

Estos resultados se deben a la formación de CO₂ y ácidos fúlvicos y húmicos, producidos por la descomposición de materia orgánica, durante el metabolismo microbiano. Estos valores están mencionados en la norma NMX-FF-109-SCFI-2007. La cual indica que es aceptable los valores de potencial de hidrógeno los valores entre 5.5 y 8.5.

• Temperatura

La temperatura del lombricompost de la vaca mantuvo las condiciones óptimas de temperatura, que permitió el desarrollo y la adaptación de las lombrices, presentando un rango entre los 22 y 26 °C.

La temperatura del lombricompost del caballo mantuvo las condiciones óptimas de temperatura, que permitió el desarrollo y la adaptación de las lombrices, presentando un rango entre los 21 y 29 °C.

Según CAPISTRÁN et al., 1999. estos resultados se concluye que las lombrices son capaces de tolerar un amplio rango de temperaturas cuya variación alcanzan valores menores a 20°C sin exceder los 30°C, pero también indica que fuera de estos rangos no pueden vivir ni

reproducirse.

En estos dos estudios se observó que la variación de la temperatura no afectó el crecimiento ni mucho menos la reproducción de las lombrices.

- **Humedad:**

La humedad variaba según el riego que se le daba al sustrato, pero en ambos lombricompost tuvieron una humedad óptima de 80%, esto se pudo realizar manualmente realizando una prueba con el puño cogiendo un poco de compuesto después de una previa removida, la mínima humedad reportada fue de un 75% y la humedad alta reportada fue hasta un 85%, aun siendo favorable para las lombrices.

- **Olor, color y consistencia:**

Ambos sustratos presentaron un olor fue agradable recién hasta los cincuenta días desde que se inició el proceso, hasta lograr una estabilidad a los ochenta días. El color tuvo una variabilidad significativa de amarillo a café oscuro a los setenta días, llegando a la estabilidad a los ochenta días. En cuanto a su consistencia, inicialmente presentaba una estructura pastosa con gran mucha humedad y a los ochenta días el sustrato presentaba una consistencia menos húmeda.

Tabla 7. Características del

Característica	1 día	20 días	30 días	40 días	60 días
Olor	Desagradable	Ligeramente desagradable	Agradable	Agradable	Agradable
Color	Amarillo	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Café oscuro	Café oscuro
Textura	Pastosa	Semi pastoso	Semi seco	Semi seco	seco

olor, color y textura de los sustratos.

Al final deben presentar un color café oscuro característico, sin olores desagradables, suave, seco y con agregados que conforman el producto. Las lombrices y los microorganismos son aeróbicos, es decir necesitan oxígeno para realizar sus funciones, es por esto que la aireación contribuye favorablemente en la mejora de las características físicas de olor, color y textura.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Determinación de pH: método electrométrico.	Reactivo: Agua destilada Equipo: pH-metro
Determinación de conductividad eléctrica: método de extracto de saturación.	Reactivo: Agua destilada Equipo: Conductímetro
Determinación de materia orgánica: método Walkley Black.	Reactivo: ácido sulfúrico, dicromato de potasio, ácido fosfórico y sulfato ferroso amoniacal.
Determinación de fósforo disponible: método Olsen.	Reactivo: Bicarbonato de sodio, molibdato de amonio, ácido sulfúrico, ácido ascórbico. Equipo: Colorímetro
Determinación de potasio disponible: método del H_2SO_4 6n.	Reactivo: ácido sulfúrico 6n, SUPERFLOC. Equipo: Fotómetro de llama
Determinación de carbonatos: método gasométrico.	Reactivo: ácido clorhídrico 10% Equipo: Gasómetro
Determinación de textura: método hidrómetro.	Reactivo: Hexametafosfato de sodio. Equipo: Fotómetro de llama

Tabla 8. Técnicas de recolección de datos

MÉTODOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
pH (Extracto saturación)	> 4.5: Suelos muy ácidos 4.6 – 5.5: ácidos 5.6 – 6.4: medianamente ácidos 6.5 – 6.9: ligeramente ácidos 7.0: neutros 7.1 – 7.4: ligeramente alcalinos 7.5 – 8.0: medianamente alcalinos 8.1 - 8.5: alcalinos 8.6 – 9.0: Muy alcalinos 9.1 a más: fuertemente alcalinos
Conductividad eléctrica	0 – 2.0 Millhos/cm. Efecto de la sal es insignificante. 2.1 - 4 Millhos/cm. Suelos ligeramente salino (normales). 4.1 - 8 Millhos/cm. Salinos. 8.10 - 16 Millhos/cm. Muy alcalinos. > 16 Millhos/cm. Fuertemente salinos.
Materia Orgánica (Método Walkley and block)	0-2 %= Bajo. 2.1-4%= Medio. + - 4%= Alto.
Fósforo disponible (Método Olsen)	0 – 6 p. pm. = Bajo 7 – 14 = Medio +14 = Alto
Potasio disponible (Método Fotómetro de llama)	0 – 250 p. pm. = Bajo 255 – 350 = Medio + - 350 = Alto
CALCAREO (%) (Método Gaseométrico)	0 – 2 = Normal 2 – 4 = Medio +4 = Alto
Textura (Método Hidrométrico de Bouyoucos)	Ar = Textura Arcillosa lo = Textura Limosa Fo = Textura Franca Ao = Textura Arenosa Fo Ar = Textura Franco arcillosa Fo Ar = Textura franca arenosa Fo Ar Ao = Textura franca arcilloso – arenoso Fo Ar Lo = Textura franca arcilloso – limoso

Anexo 7. Análisis de fertilidad del suelo

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO

Al iniciar el presente trabajo, se sacó la primera muestra compuesta del suelo, para el análisis de fertilidad del suelo que se realizó en el laboratorio de análisis: aguas y suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Vista Florida.

De este acuerdo al resultado analítico la muestra arroja un pH medianamente alcalino y con alto contenido de sales solubles, esto quiere decir que no es muy recomendable para instalar un cultivo.

La fertilidad natural presenta deficiencia de nitrógeno, potasio, carbonato de calcio, bajo en materia orgánica y alto valor de fósforo. La textura es de tipo Franco Arenoso.

Muestra	Extracto Saturado		M.O.	P	K	Calcar.	Textura (%)			Tipo de suelo				
	pH	C. eléctrica					%	ppm	ppm		%	Ao.	Lo	Ar
		mhos/cm												
Resultado	7.20	10.04	15.55	15.00	299	1.20	72	12	16	Franco Arenoso				

Tabla 10. Resultados fisicoquímicos de la muestra al inicio del trabajo.

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO CON ESTIÉRCOL DE CABALLO

En el día veintiuno se extrajo una muestra compuesta del suelo que contenía estiércol de caballo.

Según el resultado analítico emitido fue: que la muestra presenta un pH ligeramente alcalino y bajo contenido de sales solubles. La fertilidad natural presenta deficiencias de nitrógeno, potasio, valor medio de carbonato de calcio, bajo tenor de materia orgánica y alto contenido de fósforo. La textura es de tipo Franco Arenoso.

Muestra	Extracto Saturado		M.O.	P	K	Calcar.	Textura (%)			Tipo de suelo				
	pH	C. eléctrica					%	ppm	ppm		%	Ao.	Lo	Ar
		mhos/cm												
Resultado	7.30	3.61	1.75	16.00	298	2.90	70	16	14	Franco Arenoso				

Tabla 11. Resultados fisicoquímicos de la muestra después de 21 días.

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO CON ESTIÉRCOL DE VACA

En el día veintiuno se extrajo una muestra compuesta del suelo que contenía estiércol de vaca.

Según el resultado analítico emitido fue que la muestra presentó un pH ligeramente alcalino y con bajo contenido de salinidad. La fertilidad arrojó que la muestra tiene deficiencias de nitrógeno, potasio, valor medio de carbonato de calcio, bajo tenor de materia orgánica y alto contenido de fósforo. La textura fue de tipo Franco Arenoso.

Muestra	Extracto Saturado		M.O.	P	K	Calcar.	Textura (%)			Tipo de suelo				
	pH	C. eléctrica					%	ppm	ppm		%	Ao.	Lo.	Ar.
		mhos/cm												
Resultado	7.24	3.16	2.00	20.00	300	3.00	71	16	13	Franco Arenoso				

Tabla 12. Resultados fisicoquímicos de la muestra después de 21 días.

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO CON ESTIÉRCOL DE CABALLO

En el día treinta y uno se extrajo una muestra compuesta del suelo que contenía estiércol de caballo.

Según el análisis el resultado obtenido de la muestra presentó un potencial de hidrógeno ligeramente alcalino, con bajo contenido de sales solubles. La fertilidad natural presenta deficiencias de nitrógeno, potasio, valor medio de carbonato de calcio, con bajo tenor de materia orgánica y alto contenido de fósforo. La textura de la muestra fue de tipo Franco Arenoso.

Muestra	Extracto Saturado									Tipo de suelo
	pH	C. eléctrica	M.O.	P	K	Calcar.	Textura (%)			
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
Resultado	7.30	3.32	1.78	15.00	295	2.98	70	16	14	Franco Arenoso

Tabla 13. Resultados fisicoquímicos de la muestra después de 31 días.

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO CON ESTIÉRCOL DE VACA

En el día treinta y uno se extrajo una muestra compuesta del suelo que contenía estiércol de vaca.

Según el análisis el resultado obtenido de la muestra presentó un potencial de hidrógeno ligeramente alcalino, con bajo nivel de salinidad. La fertilidad arrojó que la muestra presentó deficiencias de nitrógeno, potasio, valor medio de carbonato de calcio, con bajo tenor de materia orgánica y alto contenido de fósforo. La textura de la muestra fue de tipo Franco Arenoso.

Muestra	Extracto Saturado									Tipo de suelo
	pH	C. eléctrica	M.O.	P	K	Calcar.	Textura (%)			
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
Resultado	7.20	3.12	2.12	15.00	300	3.00	71	16	13	Franco Arenoso

Tabla 14. Resultados fisicoquímicos de la muestra después de 31 días.

MATRIZ DE CONSISTENCIA	
TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	Comparación de la eficiencia de lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en dos tipos de sustrato para mejorar la calidad del Suelo
PROBLEMA	¿Qué tipo de lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> será más eficiente en la mejora de la calidad del suelo?
HIPÓTESIS	El lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> con las excretas de vaca aumenta la mejora de la calidad del suelo.
OBJETIVO GENERAL	Comparar la eficiencia del lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en dos tipos de sustrato para mejorar la calidad del suelo.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<p>Elaborar lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en sustrato que contenga excretas de vaca.</p> <p>Elaborar lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en sustrato que contenga excretas de caballo.</p> <p>Determinar la calidad del suelo antes de la aplicación del lombricompost.</p> <p>Aplicación del lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> con los dos tipos de sustrato al suelo.</p> <p>Evaluar que lombricompost es más eficiente en la mejora de la calidad del suelo.</p>
DISEÑO DEL ESTUDIO	No experimental, Longitudinal, tipo descriptivo.

POBLACIÓN Y MUESTRA	<p>POBLACIÓN: Terreno de 12 m² dedicado a la huerta del colegio.</p> <p>MUESTRA: 6m² del terreno.</p>
VARIABLES	<p>V. independiente: Lombricompost usando <i>Eisenia foetida</i> en dos tipos de sustratos.</p> <p>V dependiente: Calidad del suelo.</p>

Tabla 15. Matriz de consistencia

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Determinación de pH: método electrométrico.	Método más común para determinar el pH, con un pH-metro digital o análogo
Determinación de conductividad eléctrica: método de extracto de saturación.	Método en donde se prepara la pasta saturada y luego se extrae el extracto en un filtro a presión. En el extracto obtenido se lee la conductividad eléctrica
Determinación de materia orgánica: método Walkley Black.	El método de combustión húmeda de Walkley-Black consiste en una oxidación con dicromato de potasio en medio de ácido sulfúrico.
Determinación de fósforo disponible: método Olsen.	En este método se usa bicarbonato de sodio para predecir la respuesta del cultivo a la adición de fertilizantes de fósforo en suelos calcáreos.
Determinación de carbonatos: método gasométrico.	Método del análisis químico que se basa en la medición de los gases desprendidos en las reacciones
Determinación de textura: método hidrómetro.	Método usado mundialmente para el análisis textural de los suelos, para determinar la distribución del tamaño de partículas de suelos.

Tabla 16. Definiciones de técnicas de recolección de datos

ANEXOS



Anexo1. Capacitación en la institución educativa Angelitos de Jesús – FONAVI



Anexo 2. Designación del área en donde se realizará el proyecto



Anexo 3. Aplicación de excretas de vaca para su previa descomposición



Anexo 4. Aplicación de excretas de caballo para su previa descomposición



Anexo 5. Selección de materia orgánica vegetal



Anexo 6. Aplicación de la lombriz *Eisenia foetida*



Anexo 7. Remover los abonos orgánicos



Anexo 8. Regando los abonos orgánicos



Anexo 9. Crecimiento de hortalizas con humus del caballo.



Anexo 10. Crecimiento de hortalizas con el humus de la vaca.



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis FERTILIDAD Muestras Suelos - 1
Nombre LUCIA NUÑEZ DAVILA
Procedencia ANGELITOS DE JESUS FONAVI Fecha emisión 06/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado									
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
SUELO + ESTIERCOL DE CABALLO	7.30	3.61	1.75	16.00	298	2.90	70	16	14	FRANCO ARENOSO

Resultado: Según el resultado analítico la muestra presenta un pH ligeramente alcalino y bajo contenido de sales solubles. La fertilidad natural presenta deficiencias de Nitrógeno, Potasio, valor medio de Carbonato de Calcio, bajo tenor de Materia Orgánica y alto contenido de Fósforo. La textura es del tipo Franco Arenoso.

Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 11. Análisis del suelo más estiércol de caballo 06 de noviembre del 2017



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis FERTILIDAD Muestras Suelos - 1
Nombre LUCIA NUÑEZ DAVILA
Procedencia ANGELITOS DE JESUS FONAVI Fecha emisión 14/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado		M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo de suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
SUELO + ESTIERCOL DE CABALLO	7.30	3.32	1.78	15.00	295	2.98	70	16	14	FRANCO ARENOSO

Resultado: De acuerdo al resultado obtenido la muestra presenta un pH ligeramente alcalino y contenido bajo de sales solubles. La fertilidad natural presenta deficiencias de Nitrógeno, Potasio, valor medio de Carbonato de Calcio, bajo tenor de Materia Orgánica y alto contenido de Fósforo. La textura de la muestra es del tipo Franco Arenoso.



Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 11. Análisis del suelo más estiércol de caballo 14 de noviembre del 2017



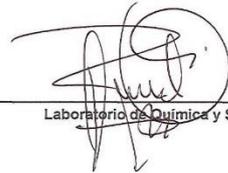
Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis FERTILIDAD Muestras Suelos - 1
Nombre LUCIA NUÑEZ DAVILA
Procedencia ANGELITOS DE JESUS FONAVI Fecha emisión 06/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado		M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo de suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
	SUELO + ESTIERCOL DE VACUNO	7.24					3.16	2.00	20.00	

Resultado: De acuerdo al resultado la muestra analizada tiene un pH ligeramente alcalino y con bajo contenido de salinidad. La fertilidad nos arroja que la muestra tiene deficiencias de Nitrógeno, Potasio, valor medio de Carbonato de Calcio, bajo tenor de Materia Orgánica y alto contenido de Fósforo. La textura predominante es del tipo Franco Arenoso.



Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 13. Análisis del suelo más estiércol vacuno 06 de noviembre del 2017



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis FERTILIDAD Muestras Suelos - 1
Nombre LUCIA NUÑEZ DAVILA
Procedencia ANGELITOS DE JESUS FONAVI Fecha emisión 14/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado		M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
	pH	C. elec					Ao.	Lo	Ar	
SUELO + ESTIERCOL DE VACUNO	7.20	3.12	2.12	15.00	300	3.00	71	16	13	FRANCO ARENOSO

Resultado: De acuerdo al resultado analítico la muestra analizada tiene un pH ligeramente alcalino y nivel bajo de salinidad. La fertilidad nos arroja que la muestra presenta deficiencias de Nitrógeno, Potasio, valor medio de Carbonato de Calcio, bajo tenor de Materia Orgánica y alto contenido de Fósforo. El tipo textural predominante es el Franco Arenoso.



Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 14. Análisis del suelo más estiércol vacuno 14 de noviembre del 2017