

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EFECTO DE VERMICOMPOST ELABORADO CON  
HARINA DE HUESOS Y CABELLO HUMANO EN EL  
ESTABLECIMIENTO DE GRASS JAPONÉS EN  
SUELO SALINO”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Ambiental**

**Autor:**

Yasmin del Rosario Gonzales Wong

Asesor:

**Mg. Daniela Milagros Landa Acuña**

<https://orcid.org/0000-0003-4845-2682>

Lima - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Margeo Javier Chuman López	<b>45997406</b>
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Leonidas Fernando Contreras Blanco	<b>06122272</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Iselli Josylin Nohely Murga González	<b>44362724</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado a este momento tan importante para mi formación profesional. A mis padres por ser el pilar importante y fundamental, que me han dado fortaleza para continuar y perseverar la decisión que tome al iniciar los estudios universitarios. A mi novio por haber estado en todo momento a mi lado motivándome a ser mejor cada día y no declinar de la gran decisión que tome. A mis abuelos que, aunque no se encuentren ya en este mundo fueron dos piezas fundamentales en mi formación como persona, enseñándome valores y responsabilidades para ser una persona de bien, quienes siempre desearon lo mejor para mí y cada día me esfuerzo el doble para demostrarles la gran fortaleza que tengo y que siempre luchare por mis sueños.

## **AGRADECIMIENTO**

Esta tesis es el resultado de mi esfuerzo continuo día a día por vencer las dificultades y lograr alcanzar un trabajo exitoso. Agradezco principalmente a mi madre quien ha estado a mi lado desde el inicio de mi formación universitaria apoyándome a no desistir de las metas que me trace, también quiero agradecer a mi padre, quien con sus sabios consejos me ha motivado a realizar mis deberes de manera exitosa y finalmente agradezco a mi novio, quien ha estado en todo momento a mi lado motivándome a ser una persona positiva y luchar cada vez más por cada una de las cosas que deseo adquirir, siendo una persona llena de valores y una profesional exitosa.

## TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
TABLA DE CONTENIDOS .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Realidad Problemática .....	13
1.2. Bases Teóricas .....	21
1.3. Formulación del Problema .....	27
1.3.1. Problema General .....	27
1.3.2. Problemas Específicos.....	27
1.4. Justificación .....	28
1.5. Objetivos .....	29
1.5.1. Objetivo General.....	29
1.5.2. Objetivos Específicos .....	29
1.6. Hipótesis.....	30
1.6.1. Hipótesis General.....	30
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	30
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	31
2.1. Tipo de investigación.....	31
2.2. Materiales, instrumentos y métodos .....	31
2.2.1. Materiales.....	31
2.2.2. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos.....	33
2.2.3. Población y muestra:.....	34
2.2.4. Métodos .....	34
2.5. Procedimientos .....	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	52

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	81
4.1. Discusión .....	81
4.3. Recomendaciones .....	86
REFERENCIAS .....	88
<b>ANEXOS</b> .....	<b>101</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de plantas por su salinidad .....	23
<b>Tabla 2.</b> Textura de suelos.....	24
<b>Tabla 3.</b> Clases de suelo salino.....	25
<b>Tabla 4.</b> Contenido de Nutrientes de abono en Vermicompost Mejorado .....	41
<b>Tabla 5.</b> Cantidad de Agregados .....	42
<b>Tabla 6.</b> Diseño Experimental .....	47
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de colores .....	49
<b>Tabla 8.</b> Escalda en porcentaje % de cobertura vegetal .....	50
<b>Tabla 9.</b> Nivel de Resiliencia .....	50
<b>Tabla 10.</b> Control de Temperatura, Humedad y Aireación en vermicompost convencional .....	52
<b>Tabla 11.</b> Análisis de M.O y NPK de vermicompost.....	53
<b>Tabla 12.</b> Análisis Físicoquímico de Vermicompost Convencional .....	54
<b>Tabla 13.</b> Análisis de suelo salino .....	54
<b>Tabla 14.</b> Análisis físicoquímico de agua .....	55
<b>Tabla 15.</b> Características físicoquímicas pre tratamiento.....	55
<b>Tabla 16.</b> pH promedio de tratamientos .....	56
<b>Tabla 17.</b> Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk para la variable pH.....	58
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza (ANOVA), para la variable pH.....	58
<b>Tabla 19.</b> Análisis de diferencias significativas mínimas (TUKEY), para la variable pH.....	59
<b>Tabla 20.</b> Subconjuntos homogéneos, para la variable del pH .....	60
<b>Tabla 21.</b> Estadísticos descriptivos para la variable pH.....	60
<b>Tabla 22.</b> Reducción de CE y % de eficiencia por tratamiento.....	61
<b>Tabla 23.</b> Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk para variable CE.....	63
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza (ANOVA), para la variable CE.....	63
<b>Tabla 25.</b> Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable CE .....	64
<b>Tabla 26.</b> Subconjuntos homogéneos, para la variable del CE .....	65
<b>Tabla 27.</b> Estadísticos descriptivos para la variable CE.....	65
<b>Tabla 28.</b> STD promedio de tratamientos .....	66
<b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para variable STD.....	67
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza (ANOVA), para la variable STD .....	67
<b>Tabla 31.</b> Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable STD.....	68
<b>Tabla 32.</b> Subconjuntos homogéneos, para la variable STD.....	68
<b>Tabla 33.</b> Estadísticos descriptivos para la variable STD .....	69
<b>Tabla 34.</b> Variación de color en grass japonés en el tiempo .....	70
<b>Tabla 35.</b> Resultados de la contingencia del color vs tratamiento .....	72

<b>Tabla 36.</b> Resultados de la prueba de Chi cuadrado para la variable color.....	73
<b>Tabla 37.</b> Nivel de Densidad de grass japonés.....	74
<b>Tabla 38.</b> Resultados de la contingencia de densidad vs tratamiento .....	76
<b>Tabla 39.</b> Resultados de la prueba de Chi cuadrado para la densidad.....	77
<b>Tabla 40.</b> Nivel de Resiliencia de grass japonés .....	78
<b>Tabla 41.</b> Análisis de varianza (ANOVA), para la variable resiliencia .....	79
<b>Tabla 42.</b> Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable resiliencia.....	80
<b>Tabla 43.</b> Subconjuntos homogéneos, para la variable resiliencia.....	80
<b>Tabla 44.</b> Ficha de recolección de datos.....	100
<b>Tabla 45.</b> Matriz de consistencia.....	101
<b>Tabla 46.</b> Matriz de Operacionalización de variables .....	102
<b>Tabla 47.</b> Promedio de pH.....	103
<b>Tabla 48.</b> Promedio de CE .....	104
<b>Tabla 49.</b> Promedio de STD.....	105
<b>Tabla 50.</b> Ficha de recolección de datos de color en grass japonés .....	106
<b>Tabla 51.</b> Ficha de recolección de datos de densidad en grass japonés .....	107
<b>Tabla 52.</b> Ficha de recolección de datos de resiliencia en grass japonés .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio-Puerto Viejo.....	36
<b>Figura 2.</b> Vermicompostera.....	37
<b>Figura 3.</b> Producción de harina de huesos.....	38
<b>Figura 4.</b> Producción de vermicompost convencional .....	41
<b>Figura 5.</b> Toma de muestras de suelo salino .....	43
<b>Figura 6.</b> Acondicionamiento de suelo salino .....	44
<b>Figura 7.</b> Análisis fisicoquímico de suelo salino .....	46
<b>Figura 8.</b> pH inicial y final de tratamientos.....	57
<b>Figura 9.</b> Capacidad de reducción de salinidad.....	62
<b>Figura 10.</b> S.T.D. promedio de Tratamientos.....	66
<b>Figura 11.</b> Nivel de color en grass japonés .....	71
<b>Figura 12.</b> Nivel de densidad de grass japonés. ....	75
<b>Figura 13.</b> Nivel de resiliencia en grass japonés .....	78
<b>Figura 19.</b> Área agrícola de Puerto Viejo.....	109
<b>Figura 20.</b> Grass japonés (1ra semana) .....	109
<b>Figura 21.</b> Análisis fisicoquímico de vermicompost.....	110
<b>Figura 22.</b> Análisis de fertilidad de suelo salino .....	111
<b>Figura 23.</b> T0 después de un mes .....	112
<b>Figura 24.</b> T4, T5 y T6 después de un mes .....	112
<b>Figura 25.</b> T1, T2 y T3 después de un mes .....	112
<b>Figura 26.</b> T7 después de un mes .....	112
<b>Figura 27.</b> Cobertura vegetal en T0.....	113
<b>Figura 28.</b> Cobertura vegetal en T1.....	113
<b>Figura 30.</b> Cobertura vegetal en T3.....	113
<b>Figura 29.</b> Cobertura vegetal en T2.....	113
<b>Figura 31.</b> Cobertura vegetal en T4.....	114
<b>Figura 32.</b> Cobertura vegetal en T5.....	114
<b>Figura 34.</b> Cobertura vegetal en T7.....	114
<b>Figura 33.</b> Cobertura vegetal en T6.....	114

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Construcción de vermicompostera.....	36
<b>Gráfico 2.</b> Producción de harina de huesos .....	38
<b>Gráfico 3.</b> Elaboración de vermicompost.....	40
<b>Gráfico 4.</b> Muestreo de suelo salino.....	43
<b>Gráfico 5.</b> Proceso de suelo salino .....	44
<b>Gráfico 6.</b> Análisis fisicoquímico de suelo salino.....	45
<b>Gráfico 7.</b> Elaboración de procesos.....	51

## RESUMEN

Perú tiene 128.5 millones de hectáreas agrícolas y verdes, siendo abarcadas 5.91%. Por acumulación de sales del suelo. La presente investigación busca reducir la salinidad, a través de la aplicación de Vermicompost Mejorado (VCM) elaborado con: Harina de huesos y cabello humano, comparando su efectividad con el Vermicompost Convencional (VC). Los tratamientos fueron: T0 (100% suelo salino), T1 (3% VC-97% suelo salino), T2 (2.2% VC-97.8% suelo salino), T3 (1.5% VC-98.5% suelo salino), T4(3% VCM-97% suelo salino), T5 (2.2% VCM-97.8% suelo salino), T6 (1.5% VCM-98.5% suelo salino) y T7 (1.4% SO<sub>4</sub>Ca-98.6% suelo salino). Cada tratamiento tuvo 5 repeticiones. Se evaluó (pH, CE y STD) cada 10 días durante un mes y en el grass japonés (color, densidad y resiliencia) fueron evaluados cada semana durante un mes. Se contó con 40 macetas. La muestra fue 2500 m<sup>2</sup> de suelo salino de Puerto Viejo, con una CE inicial de 6.11 dS/m (moderadamente salino). Se concluyó que la dosis optima y tratamiento más efectivo fue el T4 (3%VCM-97% suelo salino) con una CE inicial de 3.07 dS/m (ligeramente salino) y CE final de 1.37 dS/m (no salino) reduciendo la salinidad en un 47.56%, viéndose reflejado en el grass japonés, con el mejor nivel de cobertura vegetal (50-75%). El tratamiento con menor rendimiento fue el T0 con CE inicial de 6.11 dS/m y CE final de 5.45 dS/m (moderadamente salino) reduciendo la salinidad en 10.80%, y con mal rendimiento (densidad <25%). Los resultados demuestran que VCM tuvo mejor rendimiento en el crecimiento del grass japonés.

**Palabras clave:** Vermicompost mejorado, Conductividad eléctrica y grass japonés.

## ABSTRACT

Peru has 128.5 million agricultural and green hectares, 5.91% being covered. By accumulation of land sales. This research seeks to reduce salinity through the application of Improved Vermicompost (VCM) made with: Bone meal and human hair, comparing its effectiveness with Conventional Vermicompost (VC). The treatments were: T0 (100% saline soil), T1 (3% VC-97% saline soil), T2 (2.2% VC-97.8% saline soil), T3 (1.5% VC-98, 5% saline soil), T4 (3% VCM-97% saline soil), T5 (2.2% VCM-97.8% saline soil), T6 (1.5% VCM-98.5% saline soil) and T7 (1.4% SO<sub>4</sub>Ca-98.6% saline soil). Each treatment had 5 repetitions. They were evaluated (pH, EC and STD) every 10 days for a month and in Japanese grass (color, density and resilience) they were evaluated every week for a month. It is contained with 40 pots. The sample was 2500 m<sup>2</sup> of saline soil from Puerto Viejo, with an initial EC of 6.11 dS/m (moderately saline). It was concluded that the optimal dose and most effective treatment was T4 (3% VCM-97% saline soil) with an initial CE of 3.07 dS/m (slightly saline) and a final CE of 1.37 dS/m (not saline). salinity in 47.56%, being reflected in the Japanese grass, with the best level of vegetation cover (50-75%). The treatment with the lowest yield was T0 with an initial CE of 6.11 dS/m and a final CE of 5.45 dS/m (moderately saline), reducing salinity by 10.80%, and with poor performance (density <25%). The results show that VCM had better performance in the growth of Japanese grass.

**Key words:** Improved Vermicompost, Electric conductivity and Japanese grass

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

La salinización de los suelos es uno de los principales problemas ambientales en el Perú y el mundo, cuyos efectos adversos son causados por actividades antrópicas y el cambio climático. En algunas ocasiones influye la ubicación de las áreas agrícolas y verdes que se encuentran aledañas al mar, lo que provoca cambios en la composición del suelo, como son: el incremento de la temperatura, disminución de precipitaciones y crecimiento del oleaje del mar costero, ambos conllevan a la desertificación de suelos (Hanco,2017).

El Perú posee una superficie de 128.5 millones de hectáreas agrícolas y verdes, de las cuales solo 7.6 millones tienen capacidad para desarrollarse, debido a contaminación por aguas ácidas, relaves mineros, fertilizantes, plaguicidas y sales. Los cuales han generado su degradación. (MINAGRI, 2015).

La presencia de sales en los suelos afecta principalmente los campos agrícolas, ya que, empobrece al suelo y con ello se va perdiendo áreas que pueden ser aprovechadas para cultivar. La alta concentración de sales en la solución del suelo hace que el cultivo genere un consumo extra de energía para poder absorber el agua del suelo.

Este efecto es similar al producido por estrés hídrico, en el cual el cultivo reduce su desarrollo vegetativo ya que se reduce el crecimiento y la división celular y, por consiguiente, se reduce la producción. (AGROSAL, 2015).

El estrés salino genera diferentes tipos de estrés en las plantas, como: Toxicidad iónica específica, debido a la alta concentración de sodio y cloruro, genera un desbalance nutricional, debido a los

altos niveles de sodio y cloruro y por último se incrementa la producción de especies reactivas de oxígeno que dañan las macromoléculas. (Lamz et all., 2013).

La problemática de la salinización del suelo en las zonas de producción agrícola y áreas urbanas, impone a los investigadores nuevos retos en los cuales tienen que desarrollarse, a fin de generar técnicas beneficiosas para reducir la concentración de sales en el suelo.

Una alternativa, a estos problemas de salinidad en suelos, es la técnica de aplicación de vermicompost, como una opción beneficiosa en la reducción de la concentración de sales del suelo; reportándose que llega a reducir la salinidad hasta en un 60% lo que favorece un crecimiento adecuado de las plantas (Hernández, 2011). Así mismo, el vermicompost brinda la facilidad de poder utilizar los residuos orgánicos para producir abono, ya que a nivel nacional existen residuos orgánicos poco aprovechados y que contribuyen con la contaminación debido a que se acumulan como muchos otros, como son: los huesos de ganado vacuno, los cuales tienen un alto aporte de Fósforo (P), el cabello humano que brinda grandes beneficios de Nitrógeno (N) (Rivera, 2016, p.13). Estos dos tipos de residuos pueden ser utilizados también como abono y de esta manera contribuir a la reutilización de estos residuos.

Por ello, resulta de gran importancia disminuir la concentración de sales del suelo para mejorar la calidad de los cultivos agrícolas y generar áreas verdes exitosas, con un menor impacto en la degradación de los suelos, además de disminuir la contaminación producto de alta concentración de sales en el suelo y reutilizar los residuos orgánicos. De acuerdo con esta problemática, generar propuestas que contribuyan a dar solución es de vital importancia, de esta forma la presente investigación se enfoca en la creación de un vermicompost modificado elaborado con harina de huesos y cabello humano, en el establecimiento de “Grass japonés” *Zoyzia japonica* en suelo salino.

La presente investigación, se basa en estudios que se han realizado en el Perú y otros países; donde se evidencia la efectividad de las enmiendas orgánicas para la recuperación de campos agrícolas que han sido afectados por sales, con la finalidad de demostrar que la presente investigación fue exitosa.

Según Jiménez (2018), la reducción de la salinidad de suelos influenciados por corrientes marinas es posible con el uso de vermicompost. Este problema de salinidad si bien se debe a causas naturales, perjudica a varios campos agrícolas aledaños al mar lo que genera un deficiente crecimiento de las plantas. Después de la aplicación de vermicompost los suelos fueron evaluados por un lapso de tres meses bajo un muestreo probabilístico cuyo resultado demostró una reducción de la salinidad en 12.33% en un total de 562.2 hectáreas de suelo más cercanas al mar, bajo un tratamiento de 50% de vermicompost. Concentraciones mayores de vermicompost ocasionaron estrés por exceso de materia orgánica.

No obstante, Hurtado (2019), baso su investigación en la biorremediación de suelos salinos, al utilizar el vermicompost como enmienda orgánica para mejorar el crecimiento de las plantas y la calidad agrícola del suelo. Para ello conto con 4 tratamientos: T1:16%, T2: 20% y T3:24% y T4 como testigo, la evaluación del proceso tuvo un periodo de dos meses, al cabo de este se determinó que los tratamientos más efectivos fueron: T1, T2 y T3 logrando reducir la conductividad eléctrica entre 10.1 a 12.1%; demostrando de esta manera que la incorporación de enmienda orgánica es una buena de estrategia para la biorrecuperación de suelos salinos y valorización de materiales de acuerdo a la normativa ambiental.

Para Hanco (2017), es posible realizar la desalinización de un suelo salino con betarraga siendo asociada al vermicompost y la cal agrícola con el fin de mejorar los nutrientes del suelo. Obteniendo como resultado que el tratamiento más efectivo estuvo conformado por vermicompost al 20% y 70 gr de cal agrícola determinando que este tratamiento logró desalinizar el suelo en 52.2% mejorando la calidad del suelo siendo esta una buena estrategia de adaptación al cambio climático; la betarraga se adaptó a las condiciones de los tratamientos, incluso absorbió mayor sal del suelo en forma eficiente a las proporciones de cada tratamiento y el vermicompost mejoró las propiedades fisicoquímicas del suelo y por último la cal agrícola favoreció altamente a la disminución de sodio (Na).

Así mismo, Santana y Turpo (2021), afirman que es posible reducir la presencia de sales en los suelos, mediante la utilización de materia orgánica. Realizando un análisis de suelo de un fundo en la ciudad de Tacna y utilizando alperujo y cáscara de papa para la elaboración de vermicompost obteniendo valores de Carbono/Nitrógeno (C/N) de 11,60 y 12,51 y materia orgánica entre un rango de 13,02 % y 60,53 %, lo que permitió el desarrollo de las lombrices de especie *Eisenia foetida*. El vermicompost que obtuvieron se aplicó en muestras de suelo altamente salinas con una conductividad de 16,6 dS/m. Pasado 28 días de incubación se disminuyó la salinidad en promedio en todas las muestras hasta llegar a un valor de 6,5 dS/m, colocando una proporción de 10 % de vermicompost y 90 % de suelo.

Vargas y Viera (2019), tuvieron como finalidad recuperar el suelo salino mediante el vermicompost y bacterias halófilas, teniendo como muestra suelo salino del distrito de San Bartolo-Lima. Considerando para su investigación una muestra de 3120 kg de suelo salino para su tratamiento in situ y un área de 10.4 m<sup>2</sup>, con un volumen de 3.12 m<sup>3</sup>. Para la recuperación de los suelos salinos utilizaron tres porciones de cada tratamiento, vermicompost al 5%, 10% y 15%,

bacterias halófilas 2, 3 y 4. Realizando un riego por semana, generando 9 tratamientos. Obteniendo como resultado que el tratamiento 9 redujo las sales a un 2.881 dS/m, siendo el tratamiento con más efectividad. Mediante la implementación del vermicompost y las bacterias halófilas se desalinizó a un 87.94%, mejorando la calidad del suelo para futuras plantaciones agrícolas.

Vásquez (2018), realizó un estudio comparativo entre la efectividad de vermicompost y compost en la recuperación del suelo. Para ello, utilizó las enmiendas orgánicas en plantaciones de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata*). Hizo uso de macetas con 1,5 kg de suelo, a las cuales se le adicionó dosis 0,25%, 0,50%, 1,00%, 2,00 % de enmienda y se analizaron durante 3 meses. La caracterización de enmiendas, permitió observar que, vermicompost presentó, menor pH, menor salinidad, menor concentración de sodio y mayor humedad retenida. Los resultados indicaron que, el tratamiento compost 0,50% en cosechas 1 y 2, logró mayor altura y peso seco del tallo, mientras que el tratamiento vermicompost 0,50% fue mejor en cosecha 3.

Ramírez (2016), realizó una evaluación de las condiciones de salinidad y sodicidad del suelo en una cancha pública de golf en San Bartolo-Lima. Según los resultados obtenidos el 80% del campo presenta niveles superiores a 50 dS/m, mientras que el área restante tiene niveles de salinidad inferiores de hasta 8.08 dS/m. La aplicación de láminas de lavado tuvo como resultados un pH menor a 8.5, con una conductividad eléctrica mayor a 4 dS/m y porcentaje de sodio intercambiable menor al 15%.

Sánchez (2018), determinó las características y la producción del vermicompost producido para uso agrícola. Los tratamientos resultaron del empleo de dos especies de lombrices *Lumbricus* sp. y *Eisenia foetida*, evaluándose 2 tratamientos con 3 repeticiones, para un total de 6 unidades experimentales. Los resultados indicaron una amplia disminución de salinidad para ambos desde 6,12 dS/m hasta 3,4 dS/m (*E. foetida*) y 3,54 dS/m (*Lumbricus* sp.). La producción del

vermicompost *Lumbricus sp* tuvo 14 semana de elaboración comparado con *E. foetida* que fueron 15 semanas, mientras que en la producción de vermicompost hubo diferencias significativas ya que *Lumbricus sp.* (44,9% de conversión) fue superior a *E. foetida* (40,6% de conversión).

Según Hernández (2011), la biorrecuperación de suelos contaminados por sales es posible con el uso de materiales orgánicos. Debido a los problemas causados por este tipo de contaminación lo cual ha afectado a los campos agrícolas, causando degradación y generando pérdidas económicas. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos, los cuales tuvieron las proporciones de (1,5 % y 3%) vermicompost los otros dos tratamientos fueron a base de compost y leña, dos enmiendas orgánicas muy conocidas, esto con la finalidad de evaluar si el vermicompost era el más efectivo. Se realizó la evaluación durante un lapso de seis meses, llegando a determinar que el tratamiento más efectivo fue a base de vermicompost, ya que, redujo en un 60% la salinidad del suelo, esto ocurrió para las dos proporciones utilizadas.

Para Mogollón (2014), el efecto del uso de vermicompost para la biorremediación de suelos salino-sódicos tiene efectos positivos en el suelo pudiendo revertir los problemas de irrigación, deteniendo el proceso de degradación. Se evaluó la Conductividad Eléctrica (C.E.) de tres muestras que fueron tomadas a una profundidad de 20 cm, esto ocurrió durante el lapso de un mes en laboratorio. El tratamiento elaborado con 1% de vermicompost no presento grandes diferencias con respecto al 5% y 10% estos últimos presentaron la mejor capacidad de reducción de sales para un proceso de corto tiempo.

No obstante, Dhar et all. (2016) determinó cambios en las propiedades biológicas y químicas del suelo salino enmendados con vermicompost de residuos sólidos urbanos y fertilizantes químicos. Se realizaron dos tratamientos uno con 25% de dosis integrada de fertilizantes y otra con 10% de

vermicompost se determinó que los conjuntos integrados de enmiendas orgánicas aumentaron en un 50 y 56% de carbono de biomasa microbiana y redujo en un 25% la conductividad eléctrica. La adicción de vermicompost ya sean solos o con fertilizantes químicos aumenta la actividad microbiana del suelo y la disponibilidad de nutrientes en condiciones de solución salina, es decir, las enmiendas orgánicas mejoran la fertilidad de un suelo salino.

Vicuña et al. (2021) evaluaron la influencia del vermicompost y sus lixiviados sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de hortalizas en un suelo sódico. Establecieron tres ensayos donde se analizó el comportamiento individual de cada hortaliza sometida a cuatro tratamientos con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron T1 (Suelo sódico. Control); T2 (Suelo sódico + Vermicompost); T3 (Suelo sódico + Lixiviado de Vermicompost); T4 (Suelo sódico + Vermicompost + Lixiviado de Vermicompost). En las tres hortalizas evaluadas los tratamientos T2 y T4 fueron los que sobresalieron con valores de índice de germinación que se ubicaron entre 112 y 172%. Afirmando que mediante la aplicación de vermicompost y sus lixiviados es posible mejorar la respuesta biológica de hortalizas cultivadas en suelos sódicos.

Para Chiquito et al. (2018) el humato de vermicompost es un estimulante que mejora la calidad y productividad de los cultivos y permite disminuir la concentración de sales. Dicha investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de humato de vermicompost (1/10, 1/20, 1/30 v/v y un control -agua destilada-) en el crecimiento de plántulas de *Solanum lycopersicum*. Se realizó repeticiones por tratamiento de 40 plántulas cada una. A los 24 días después del trasplante, se midió altura de plántulas, diámetro de tallo, número de hojas, peso fresco y seco de parte aérea y de raíz. Los resultados mostraron diferencias significativas entre

tratamientos y todas las variables mostraron valores superiores en la dilución de 1/30 (v/v), seguido de las diluciones 1/20 y 1/10, mostrando valores inferiores en el control.

Bandera (2013), Verifico la efectividad de enmiendas orgánicas en la rehabilitación de suelos salinos sódicos, en Buenos Aires, Argentina. se llevaron a cabo dos ensayos, uno bajo condiciones de invernáculo y otro a campo. En los dos ensayos los tratamientos fueron: testigo (T), aplicación de 8 t de materia seca (MS) ha<sup>-1</sup> de BT, aplicación de 8 t MS ha<sup>-1</sup> de BF y aplicación de 12 t ha<sup>-1</sup> de Y. La variabilidad observada en la materia seca (MS) de *S. sudanense* se explicó en un 49 % por el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) del suelo y la profundidad del horizonte A.

Pacheco (2016), realizo un estudio para determinar la eficiencia de tres residuos orgánicos (estiércol bovino, gallinaza y residuo vegetal) en diferentes concentraciones con la finalidad de mejorar la capacidad de infiltración en suelos salinos-sódicos, realizo siete tratamientos con cuatro repeticiones: un grupo testigo y mezclas de suelo con gallinaza, estiércol bovino y residuo vegetal, las cuales de cada residuo se aplicaron dos concentraciones diferentes (80% suelo 20% residuo y 60% suelo y 40% residuo). En base a los resultados obtenidos el residuo que favorece la infiltración de agua en un suelo salino-sódico es la gallinaza. En cuanto al pH se a diferencia del obtenido del suelo puro que fue de 7.82, todos los tratamientos restantes lo elevan hasta 8.26.

Duran y Henríquez (2010), realizaron un análisis del efecto que tiene el vermicompost sobre el suelo, sus propiedades y la biomasa vegetal. El proceso de lombricompostaje tuvo una duración de 3 meses, durante los cuales se realizó 3 muestreos. El peso promedio de los individuos varió de 0,34-0,66 g. De manera estadística distinguió 2 grupos: doméstico y banano (0,58 y 0,66 gr) y broza, estiércol y ornamental (0,40, 0,42 y 0,36 gr). La reproducción y sobrevivencia al final del experimento fue diferente para cada uno de los sustratos utilizados, siendo el de broza el que

presentó los mayores valores en población final y domestico con los menores (16900 y 408 individuos de los 600 inoculados inicialmente).

## **1.2. Bases Teóricas**

**1.2.1. Suelo:** El suelo es el resultado de la transformación, en el transcurso del tiempo, de un material geológico (la roca madre), por la influencia de diversos procesos químicos, biológicos y físicos. Está constituido por materia orgánica, agua, aire y partículas minerales a distintas proporciones que pueden variar. La formación de suelo se debe a la descomposición de la roca madre, por acción de los microorganismos del suelo, el clima, el tiempo la topografía y la vegetación. (Jiménez, 2018, p. 12).

**1.2.2. Suelos agrícolas:** El suelo agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre, por lo cual también debe ser apto por sus componentes para el ser humano. (EcuRed, 2015). En lo suelos agrícolas se observan medidas entre 3 y 10. El valor óptimo de pH para el crecimiento de las plantas es entre 6.0 y 7.5. Cada uno de los valores está calculado como una relación logarítmica, lo que quiere decir que para cambiar de un valor al siguiente tiene que incrementarse el número de iones en 10 con respecto al anterior. (Acosta,2006).

**1.2.3. Suelos salinos:** La salinidad de un suelo se define como la concentración de sales solubles que existe en la solución del suelo. Las sales que entran en el suelo (por riego y otro origen) se concentran como resultado de la evaporación y transpiración de la planta. Esta concentración de sales en la solución del suelo produce un aumento del potencial osmótico del agua del suelo. Este incremento afecta a la absorción del agua por las plantas de forma que las plantas y los cultivos deben consumir una energía extra para poder extraer el agua de la solución del suelo. Se define como salinización del suelo al conjunto de procesos mediante los cuales se acumulan las sales solubles en la solución del suelo. (Agrosal, 2015). La salinidad en suelos afecta a la fisiología de la planta, así como también a su metabolismo ya que ocasiona un desequilibrio iónico; por ende, si existe un estrés salino rompe la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones (Alcaraz, 2012).

**1.2.4. Efecto de la salinidad sobre las plantas:** La salinidad afecta cada aspecto de la fisiología de la planta y su metabolismo. La alta concentración de sales le ocasiona un desequilibrio iónico y estrés osmótico. Un fuerte estrés salino rompe la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones. El sodio inhibe muchas enzimas y por eso es importante prevenir la entrada del mismo al citoplasma. Las plantas emplean varias estrategias para combatir el estrés iónico que les impone la salinidad. (Alcaraz, 2012).

**1.2.5. Clasificación de las plantas en ambientes salinos:** La clasificación de las plantas en ambientes salinos se da según las características con las que cuenta cada especie. En la (tabla N°01) se aprecian cuatro diferentes denominaciones de las plantas, contando cada una de ellas con características particulares que van desde la acumulación de sales en tejido hasta la formación de sal en estructuras especiales de cada planta. (Alcaraz, 2012).

**Tabla 1.** Características de plantas por su salinidad

Denominación	Características	Ejemplos
Euhalófitos	Acumulan sales en tejidos	Arhhrocnemum, Salicornia, Sarcocornia
Crinohalófitos	Glándulas o pelos excretores	Atriplex spongiosa, Limonium Tamarix
Glicohalófitos	Absorción selectiva de sales	Hordeum, Rhizophora
Locahalófitos	Confirman sal en estructuras especiales	Atriplex halimus, Salsola oppositifolia

**Fuente:** Alcaraz, 2012

### 1.2.6. Propiedades Fisicoquímicas del suelo salino:

Según Perú ecológico (2015)

- a) **Propiedades Físicas del suelo:** El suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos y gaseosos. La adecuada relación entre estos componentes determina la capacidad de hacer crecer las plantas y la disponibilidad de suficientes nutrientes para ellas. La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo. (p. 3)
- b) **Textura:** depende de la proporción de partículas minerales de diverso tamaño presentes en el suelo. Las partículas minerales se clasifican por tamaño en cuatro grupos:
- c) **Propiedades Químicas del suelo salino:** Los suelos salinos tienen como características la predominancia de sales neutras, consistentes en cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio. Los suelos pueden contener cantidades considerables de cationes divalentes como calcio y magnesio. (Jiménez, 2018).

**Tabla 2.** Textura de suelos

<b>Clasificación</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Características</b>
<b>Fragmentos</b>	Superior a 2mm	Piedras, grava y cascajo
<b>Arena</b>	Entre 0.05 a 2 mm	Gruesa, fina y muy fina
<b>Limo</b>	Entre 0.002 a 5mm	Capacidad de retener el agua
<b>Arcilla</b>	Inferior a 0.002mm	Plástica y pegajosa en la humedad

**Fuente:** Perú Ecológico, 2015

En la realización de un análisis químico de suelo salino, se debe tener en consideración los siguientes parámetros:

El pH del suelo controla muchas de las actividades químicas y biológicas que tienen lugar en el suelo, y da información sobre el clima, la vegetación, y las condiciones hidrológicas bajo las que se formó el suelo. El pH de un horizonte de suelo (como es de ácido o básico) está influido por el material original, la naturaleza química de la lluvia y de otras aguas que se introduzcan en el suelo, el uso de la tierra, y por las actividades de los organismos (plantas, animales, y microorganismos) que viven en el suelo. (GLOBE, 2005).

La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato se mide mediante la Conductividad Eléctrica (CE), esta es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales. Se recomienda que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a 1dS/m. Una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo. (Bárbaro, Karlanian, & Mata, 2016).

**Tabla 3.** Clases de suelo salino

Clase de suelo salino	Conductividad Eléctrica (CE) (dS/m)	Efecto en cultivo
No salino	0 - 2	Efectos de la salinidad imperceptibles
Ligeramente salino	2 - 4	Rendimientos en cultivos sensibles pueden verse limitados
Moderadamente salino	4 - 8	Rendimientos limitados en la mayoría de cultivos
Fuertemente salino	8 - 16	Solo cultivos tolerantes tendrán rendimientos aceptables
Muy fuertemente salino	> 16	Solo cultivos muy tolerantes tendrán rendimientos aceptables

**Fuente:** Gallar, 2017.

La Materia Orgánica (MO) contiene la mayor cantidad de Carbono de la superficie de la tierra, el doble del presente en la atmósfera (760 Pg), y de 2 a 3 veces mayor que el de todos los organismos vivientes en el conjunto de ecosistemas terrestres. Además, debido a su participación en casi todos los procesos del suelo constituye un factor determinante de la calidad de los suelos y de las características biológicas, físicas y químicas que son esenciales para una productividad sostenible a largo plazo con el mínimo de impacto ambiental (Sales,2006).

Los Solidos Totales Disueltos (STD) son el número de miligramos del residuo que queda después de evaporar una muestra filtrada a través de un filtro de fibra de vidrio con abertura de 1,5 micras. El agua se evapora y el residuo se lleva hasta 180°C. El resultado se reporta en mg/L. Los SDT incluyen las sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico menor a 1,5 micras o que se disuelve en el agua. (Carbotecnia, 2019).

**1.2.7. Vermicompost:** El vermicompost es producto de la materia orgánica biotransformada por medio del tubo digestivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), se obtiene un fertilizante orgánico natural usado como abono natural y enmienda orgánica. (Gabriel et al., 2011).

**1.2.8. Harina de huesos:** La harina de huesos es un abono muy rico en fósforo, el nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sobretodo de las partes verdes (hojas, tallos). Además de su aporte de Nitrógeno(N) y Potasio(K), a esto sumado el Fosforo se genera el conocido NPK, el cual es beneficioso para la planta, ya que, facilita la formación rápida y crecimiento de las raíces además de estimular la formación de semillas, da vigor a los cultivos para defenderse del rigor del invierno. (FAO, 2014). Además, sirve de regulador principal de todos los ciclos vitales de las plantas genera de ya que participa en procesos tan importantes como la fotosíntesis, y por si fuera poco además ayuda a producir flores, semillas y frutos y tiene un gran contenido de calcio. (Venegas, 2010).

**1.2.9. Cabello humano:** El cabello estimula la actividad de las bacterias en la tierra., contiene nitrógeno, que sirve como nutriente para las plantas. Además, estimula la actividad de las bacterias en la tierra y eso hace que la planta crezca más rápido esto debido a que está compuesto por 15% de Nitrógeno, elemento esencial para el aprovechamiento y crecimiento de estas. (Jácome, 2008). Para la Universidad Nacional Autónoma De México (UNAM, 2012) Al emplear el cabello humano como fertilizante se crea un aprovechamiento excelente y sin destruir lo que es el medio de cultivo, en este caso la tierra, además de que se reduce el daño de los campos de cultivo y se consigue aproximadamente la misma productividad, pero sin el empleo de sustancias químicas creadas por el hombre para lograr que se desarrollen. Para un buen crecimiento en las plantas se debe utilizar tierra, la cual posee propiedades químicas que son esenciales para la planta, pero muchas de las veces el suelo presenta un deterioro que llega a repercutir el desarrollo del cultivo debido a que ya carece de algunas sustancias químicas, provocando así que muera la planta o no crezca adecuadamente, al intentar utilizar el cabello humano, este proporciona alguno de los nutrientes que el suelo perdió.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto del vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano en el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) en suelo salino?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Bajo qué condiciones se llevará a cabo la elaboración de vermicompost convencional y mejorado a base de harina de huesos y cabello humano?
- ¿Cuál es la concentración óptima de vermicompost modificado para obtener una reducción significativa de sales en el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés), en comparación con el vermicompost convencional?
- ¿Cuál es el efecto de la concentración óptima de vermicompost modificado sobre el nivel de densidad de *Zoyzia japónica* (grass japonés)?

#### **1.4. Justificación**

El aumento de contaminación por salinidad en los suelos es un problema que ha generado la degradación de áreas agrícolas, cuyas consecuencias se ven representadas en el deficiente desarrollo de las plantas, que a su vez ocasiona pérdidas económicas entre los agricultores, agrónomos y además afecta en el desarrollo de áreas verdes en zonas urbanas. En varias ocasiones las localidades afectadas no tienen apoyo por parte del estado para revertir los daños generados por causas naturales del suelo o por una excesiva aplicación de abono en este.

Aunque existen diversas técnicas para poder tratar los suelos salinos, una de las más prometedoras es la aplicación de vermicompost, el cual puede elaborarse a partir de diferentes fuentes orgánicas. Este abono es capaz de poder mejorar la fertilidad del suelo, economizar los recursos no renovables y además impedir la entrada de contaminantes en los agroecosistemas. Además (Mogollón, 2014). Aporta muchos beneficios tanto al suelo como a las plantas; esto debido al carácter orgánico de este tipo de abonos, lo cual lo hace muy interesante en la biorremediación de los suelos degradados.

Por ello, la presente investigación, se enfoca en la generación de un vermicompost modificado (no convencional) como una nueva técnica a base de diferentes agregados en el vermicompost, como lo son la harina de huesos y cabello humano considerados como abonos de alta calidad debido a su aporte de Fósforo(P) y Nitrógeno(N), siendo esta una técnica práctica y económica que puede ser ejecutada por los agricultores en sus parcelas y mejorar la calidad de sus cultivos y/o plantas. Además de ser considerado un sustituto potencial en el establecimiento de Grass en zonas urbanas.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

Conocer el efecto de vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano en el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) en suelo salino.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer las condiciones adecuadas para la elaboración de vermicompost convencional y mejorado a base de harina de huesos y cabello humano.
  
- Determinar la concentración óptima de vermicompost modificado y obtener una reducción significativa de sales en el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés), en comparación con el vermicompost convencional.
  
- Evaluar el efecto de la concentración óptima de vermicompost modificado sobre el nivel de densidad de *Zoyzia japónica* (grass japonés).

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis General

El vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano permite el adecuado establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) en suelo salino.

### 1.6.2. Hipótesis Específicas

- La elaboración de vermicompost convencional y modificado a base de harina de huesos y cabello humano bajo condiciones adecuadas será beneficioso para el suelo salino.
- La concentración óptima de vermicompost modificado genera una mejor reducción de sales en el suelo a partir del establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) a comparación del vermicompost convencional.
- La concentración óptima de vermicompost modificado tiene un efecto positivo sobre el nivel de densidad del *Zoyzia japónica* (grass japonés).

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según Sampieri et al., (2006) esta investigación es de tipo experimental puro, ya que, se manipularon las variables dependientes para conocer el efecto del vermicompost modificado (harina de huesos y cabello humano) en el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) en suelo salino y cómo influye en la disminución de la concentración de sales en el suelo. A su vez la presente investigación cuenta con un nivel explicativo, ya que se busca explicar cuál es el efecto del vermicompost modificado sobre el establecimiento de *Zoyzia japónica* (grass japonés) en la concentración de sales del sustrato utilizado. Se hizo uso de un diseño de investigación experimental, ya que se utilizan diferentes tratamientos que varían en el porcentaje de vermicompost modificado y suelo salino utilizado, con la finalidad de conocer cuál de todos los tratamientos fue el más efectivo.

### 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

#### 2.2.1. Materiales

##### a) Materiales de construcción de Vermicompostera

- 16 tablas de madera de 60 cm. x 30 cm.
- 34 clavos de 2' pulgadas
- 23 clavos de ½' pulgada
- 2 rejillas de fierro de 60 cm. x 30 cm.

## **b) Materiales de elaboración de vermicompost**

- 26 kg. de tierra de chacra compostada
- 1 kg. de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*)
- 4 kg. de aserrín
- 13 kg. de residuos orgánicos (cáscaras de verdura, brozas de café y cáscara de tubérculos)
- Agua para regadío
- 8 kg de huesos de animales (vacuno y porcino)
- 1 horno de cocina
- 1 bandeja de aluminio
- 1 mortero
- 1 colador
- 1 envase de plástico
- 1 balde plástico
- 1 costal de plástico

## **c) Materiales de escritorio:**

- 2 papel de filtro
- 2 vasos de precipitado de 250 ml
- 1 varilla
- 200 ml de agua destilada
- 1 m<sup>2</sup> de *Zoysia japónica* (grass japonés).
- 40 macetas
- 40 kg de suelo salino
- 20 kg de vermicompost
- 2 kg de harina de huesos
- 3 kg de cabello humano
- 2 kg de cal agrícola
- 1 wincha

- 1 pala
- 2 bolsas ziploc

**d) Instrumentos**

- 1 GPS
- 1 multiparámetro
- 1 termómetro análogo

## **2.2.2. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos**

**a) Técnicas de recolección de datos:**

Se hizo uso de Fichas de recolección de datos (tabla 44) en la cual se detallan las principales características a tener en consideración cuando se realiza una toma de muestra en suelo salino, las cuales son: Coordenadas (N y E), accesibilidad del muestreo, profundidad, peso. Temperatura (C°), fecha y hora.

Para el análisis de color también se hizo uso de Fichas de recolección de datos (tabla 50), variación de densidad (tabla 51) y nivel de resiliencia (tabla 52) en el gras japonés de manera semanal durante el periodo de un mes, contando con 4 monitoreos para cada parámetro, a fin de determinar si estos tenían influencia con la dosis de vermicompost mejorado.

Por último, se realizó una lista de cotejo para determinar las principales características que se fueron midiendo durante el proceso del vermicompost y los resultados del análisis de los parámetros agroquímicos de la enmienda orgánica.

**b) Instrumentos de análisis de datos:**

Para el procesamiento de los datos obtenidos en los análisis en laboratorio, se hizo uso del programa estadístico SPSS versión 24 para procesar todos los resultados obtenidos de la medición de los parámetros pre-tratamiento y post-tratamiento, con la finalidad de evaluar el

rango de variación que hubo entre las dos mediciones y finalmente determinar la efectividad de la aplicación de vermicompost. Por ello se realizó pruebas de ANOVA para analizar las varianzas y el grado de significancia entre tratamientos, Prueba de diferencias significativas de Tukey y para las variables del grass japonés se realizó pruebas de Chi cuadrado, para determinar si las concentraciones utilizadas guardan relación con el color y densidad de la planta.

### **2.2.3. Población y muestra:**

La población objeto de estudio constó de 1 ha de terreno que pertenece al distrito de Puerto Viejo en la provincia de Cañete, que según la FAO (2017) corresponde al área total que se encuentra con problemas de salinidad en dicha provincia (E:315378 y N:8608486)

Según Pastor (2014) cuando no existe estudios previos realizados en la zona de estudio, la técnica de muestreo para la obtención de la muestra queda a criterio del investigador. Por ello, la muestra de suelo salino se tomó de manera intencionada por medio de un muestreo simple en un área de 2500 m<sup>2</sup>, es así se recolectaron 40 kilos de suelo, los cuales fueron utilizados para la construcción de los tratamientos.

La especie vegetal elegida para el estudio fue *Zoysia japónica* (grass japonés), por considerarse una Poacea utilizada de forma común en parques y jardines como un servicio ambiental y que además tiene dificultades para crecer y desarrollarse en suelos salinos.

### **2.2.4. Métodos**

**a) Técnica de rejillas regulares:** Para la toma de muestra de suelo salino, se hizo uso de la técnica de rejillas regulares, la cual consiste en trazar rejillas con líneas paralelas y perpendiculares equidistantes, permitiendo que todas las celdas tengan las mismas dimensiones. El tamaño de

las celdas depende del detalle requerido, entre más detalle se requiera las celdas son más pequeñas. Se marca un punto en cada celda, ya sea al centro o en las intersecciones, pero en todas las celdas los puntos deben quedar en el mismo lugar. (MINAM, 2014)

**b) Técnica de vermicompost:** La composición del vermicompost fue a base de: materia orgánica (cáscaras de verduras, cáscaras de tubérculos, brozas de café, tierra de chacra compostada y lombrices rojas californianas) utilizando agua para su regadío y controlando la temperatura de la vermicompostera con un termómetro análogo. Según el Grupo de Acción para el Medio Ambiente (GRAMA, 2010) es una técnica que puede llevarse a cabo en espacios reducidos. Simplemente se trata de favorecer las condiciones ambientales en las que viven las lombrices para que con su actividad contribuyan a liberar los compuestos esenciales y ponerlos nuevamente a disposición de las plantas.

## 2.5. Procedimientos

**2.5.1. Área de estudio:** Se llevó a cabo en la Universidad Privada Norte campus Los Olivos, en el vivero del pabellón D, se realizó la instalación de las macetas, siendo monitoreadas de manera semanal hasta el término de la investigación.

**2.5.2. Lugar de procedencia de suelo salino:** El suelo salino pertenece a la localidad de Puerto Viejo, en la provincia de Cañete ubicado entre los kilómetros 68 y 72 de la Panamericana Sur, aldaño a un circuito de playas. Su ubicación ha generado que sus áreas agrícolas estén fuertemente afectadas por las concentraciones elevadas de sales, condiciones que afectan el crecimiento y desarrollo de los tubérculos y verduras que se cultivan en esta localidad. Además de ocasionar pérdidas económicas entre los agricultores de esta zona. Las principales características con las que cuenta el suelo de este distrito son: drenaje

pobre, afloramiento de la capa freática muy cerca de la superficie, escurrimiento superficial lento y susceptible a inundaciones.

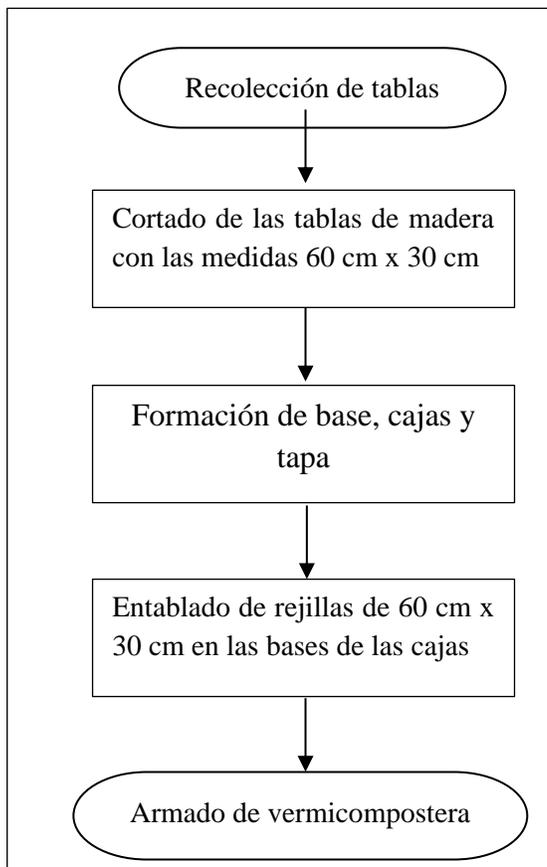


**Figura 1.** Área de estudio-Puerto Viejo

**Fuente:** Imagen Satelital de Google Maps (2022)

### 2.5.3. Consideraciones en la elaboración de vermicompost:

- a) **Construcción de vermicompostera:** Para la elaboración de la vermicompostera, se hizo uso del modelo convencional de vermicompostera, que está elaborado a base de madera y es utilizado en la elaboración de enmiendas orgánicas. Por ello, se hizo uso de 16 tablas de madera con medidas de 60 cm x 30 cm (*Figura N°02*) obteniendo finalmente 3 cajas y una tapa, las cuales se encuentran situadas de manera vertical contando con una altura de 30 cm cada una. La caja que se encuentra en la parte inferior fue utilizada exclusivamente como colectora de lixiviados, la media y superior fueron fundamentales, ya que en ellas se fue acumulando todo el vermicompost que se iba produciendo, en estas dos cajas se encuentran las lombrices californianas, por último, se tapó la vermicompostera y como conducto de salida de los lixiviados se hizo uso de un grifo.

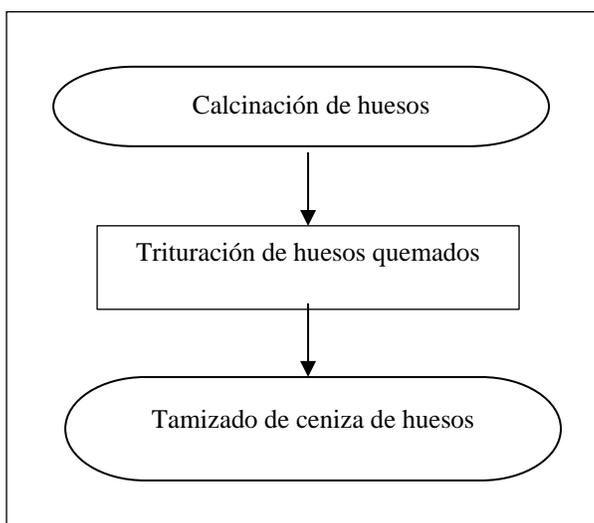


**Gráfico 1.** Construcción de vermicompostera



**Figura 2.** Vermicompostera

**b) Preparación de harina de huesos:** Para producir harina de huesos, se hizo uso de restos de huesos de los siguientes tipos de animales: porcino y vacuno. Estos huesos fueron incinerados en un fogón hecho a base de carbón (figura 3) y se calentó por 3 horas aproximadamente, posteriormente con ayuda de un mortero se trituran los huesos, luego se pasó a tamizar para eliminar cualquier impureza, por último, se extrajo la harina de huesos, la cual fue utilizada como abono.



**Gráfico 146.** Producción de harina de huesos



**Figura 21.** Producción de harina de huesos

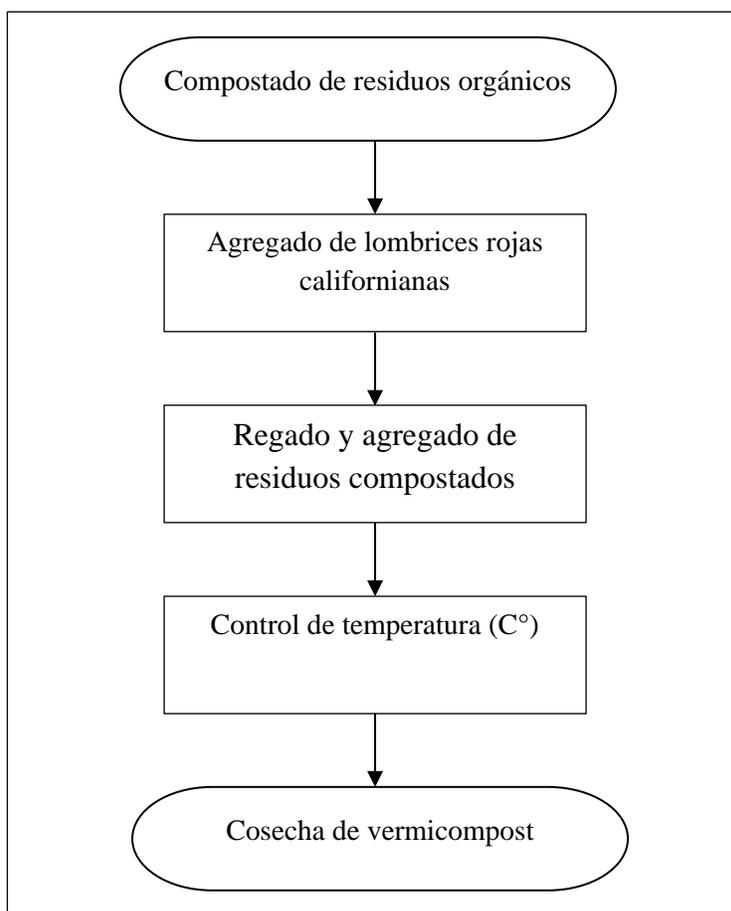
c) **Recolección de cabello humano:** Según Rivera (2016) la cantidad de cabello necesario para el presente estudio fue de 3.5 kg, ya que, en estudios realizados se determinó que dicha proporción presento resultados óptimos en compostaje, debido a que por cada 34kg de vermicompost es necesario agregar 8kg de cabello. La recolección se llevó a cabo por 4 días, en dos salones de belleza ubicados en el distrito de San Martín de Porres (SMP), para ello se verifico que el cabello se encuentre seco, sin rastros de haber sido sometido a tratamientos químicos en los últimos meses.

d) **Elaboración de vermicompost convencional:** Según Molina (2005) la materia orgánica representa, aproximadamente, el 5% en el volumen de un suelo ideal, para 30kg de vermicompost se hizo uso de 1.5kg de materia orgánica. La cantidad de tierra de chacra adecuada fue de 35 kg, ya que, según Torres (2017) para la realización de composta es necesario agregar 5 kg más de la cantidad final estimada debido a la perdida que puede ocurrir en el proceso de tamizaje. Al tener en cuenta estos detalles se acondiciono la segunda caja de la vermicompostera en la cual se agregó 20 kg de tierra de chara de manera inicial, la cual fue mezclada con residuos orgánicos como: Cáscaras de plátano, alverja, restos de verduras, restos de tubérculos y broza de café, este proceso tuvo una duración de 7 días, ya que, debido a las temperaturas elevadas de la temporada de verano fue más fácil que los residuos se descompongan. Se aclimato el ambiente dentro de la vermicompostera para que en el momento de introducir las lombrices estas no lleguen a estresarse, debido a que su hábitat es tierra húmeda con residuos descompuestos.

Así mismo, la cantidad de lombrices rojas californianas (*Eisenia Foetida*) que se agrego fue de 500 gr, ya que, Fuentes (2012) indica que el tiempo de reproducción de las lombrices es entre 7 a 10 días y el generar una sobrepoblación generaría que se estresen y no cumplan su función.

Cada 3 días se agregaron residuos orgánicos dentro de la vermicompostera, de manera diaria se agregó agua y se controló que la humedad se mantenga en un 80% y la temperatura entre los 22°C y 25°C. La aireación fue controlada volteando cada semana el vermicompost; pasado un mes desde el inicio del proceso de vermicompostaje se agregó 10 kg más de tierra de chara compostada.

Por último, al cabo de 2 meses y medio se obtuvo el vermicompost y se realizó un análisis de sus propiedades agroquímicas en la Universidad Nacional Agraria la Molina.



**Gráfico 3.** Elaboración de vermicompost



**Figura 23.** Producción de vermicompost convencional

e) **Elaboración de vermicompost modificado:** Para realizar un vermicompost mejorado, se hizo uso de 3 abonos, los cuales presentan un buen contenido de nutrientes siendo esto beneficioso en la reducción de la concentración de sales del suelo y en el crecimiento de *Zoyzia Japonica* (grass japonés) en vivero.

**Tabla 4.** Contenido de Nutrientes de abono en Vermicompost Mejorado

<b>CONTENIDO DE NUTRIENTES</b>			
Material	Nitrógeno%	Fósforo %	Potasio %
Harina de Huesos	4.0%	22%	0.2%
Cabello Humano	12.2%	0.0075%	0.13%
Cal Agrícola	10.3%	4.5%	0.5%

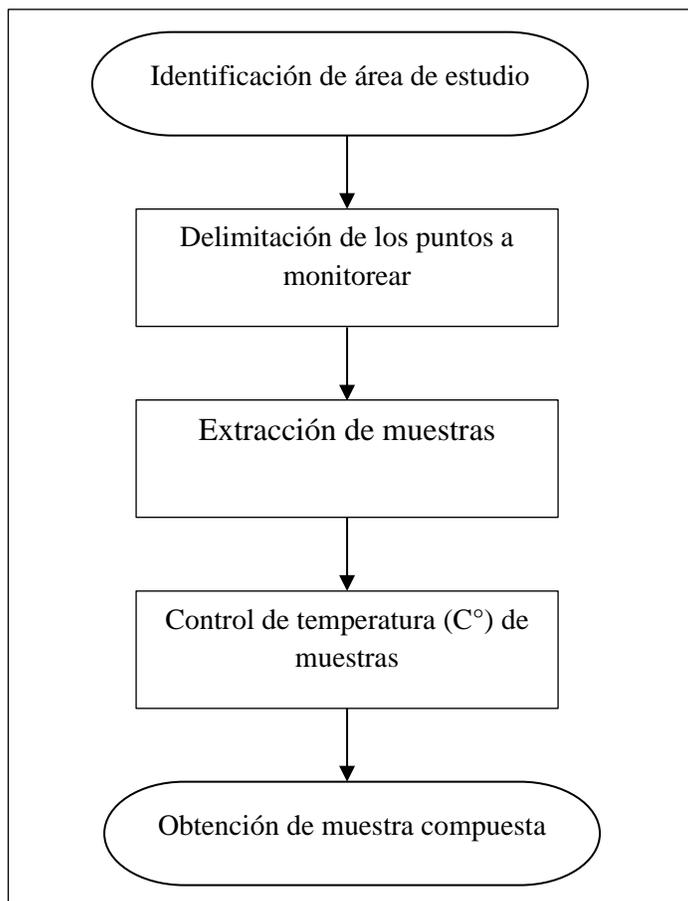
**Fuente:** Aguirre, 2016

Para la elaboración de 15 kg de vermicompost mejorado, se procedió a mezclar cabello humano, harina de huesos y cal agrícola. Las cantidades consideradas para cada agregado fue de 800 gr de harina de huesos que según Aguirre (2016) esta debe ser integrada como componente en abonos a razón de 500 gr por 10 kg de compost o tierra de chacra. Por otro lado, se utilizó 1.050 kg de cal agrícola que según Hanco (2017) por 1 kg de compost es 70 gr de cal agrícola. Por último, se agregó 3.5 kg de cabello humano que según Rivera (2016) en la elaboración de 34 kg de compost se utiliza 8 kg de cabello humano.

**Tabla 5.** Cantidad de Agregados

CANTIDAD DE AGREGADOS			
Vermicompost (kg)	Harina de huesos (Kg)	Cal Agrícola (kg)	Cabello Humano (kg)
15	0.8	1.050	3.5

**f) Extracción de muestras de suelo salino:** Según Minam (2014) Para la toma de muestras se debe recorrer los lotes al azar en forma de zig-zag y cada 250 m tomar una muestra, limpiando la superficie del terreno y depositándola en el balde, también menciona que las muestras deben ser tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad. Por ello, las muestras fueron tomadas de una parcela del suelo salino, siendo esta de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de hectárea (2500 m) que contiene las características de sales en el suelo. Las muestras fueron obtenidas a una profundidad de 30 cm, teniendo una distancia de 250 m cada una, hasta completar una cantidad deseada de 50 kg de suelo. Para la obtención de una muestra compuesta, se realizó la toma de 10 muestras simples de 5 kg cada una dentro del área a estudiar, las muestras simples fueron homogeneizadas para obtener una sola muestra compuesta, la cual fue secada y por último transportada al laboratorio para su análisis físico-químico.

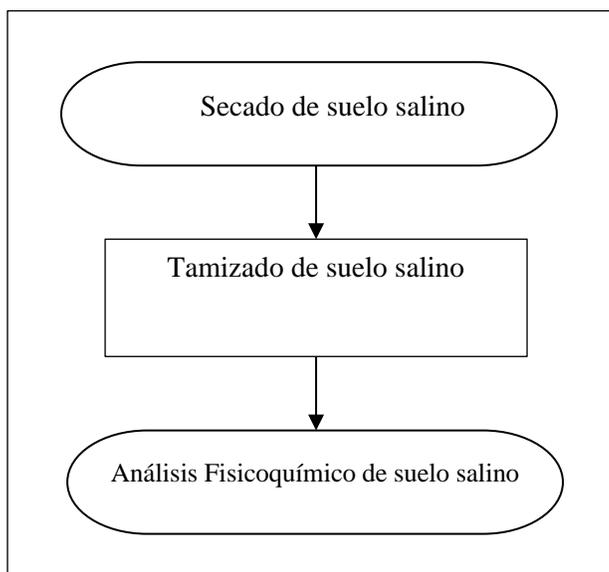


**Gráfico 4.** Muestreo de suelo salino



**Figura 153.** Toma de muestras de suelo salino

**g) Acondicionamiento de suelo salino:** Según Cocteno (2015) indica que antes de tamizar, el suelo debe secarse al aire para evitar grumos de partículas finas y también para evitar la obstrucción de los tamices más finos. Por ello, una vez recolectado los 50 kg de suelo salino, se extendió costales donde se vertió todo el suelo para que seque, este procedimiento duro 2 días. Posterior a ello, se tamizo el suelo con ayuda de una malla metálica de 2 metros y 2mm de ancho para separar el suelo de las gravas y sedimentos que este contenía.



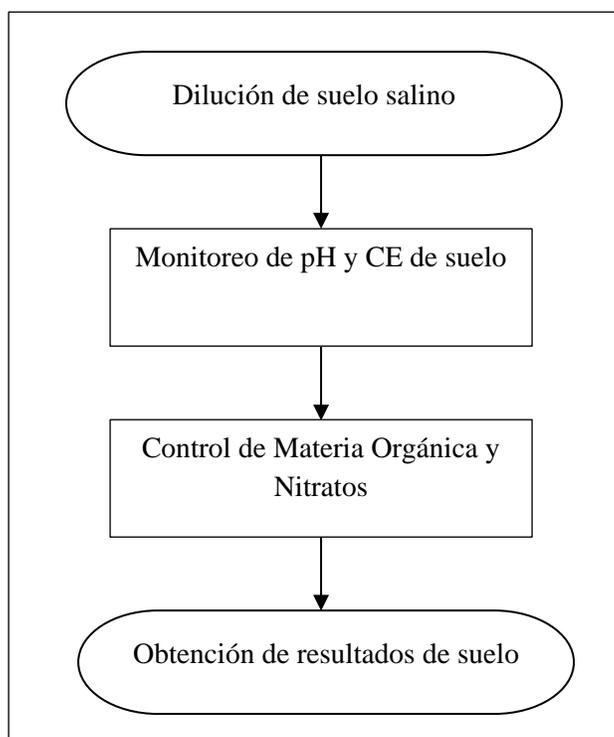
**Gráfico 5.** Proceso de suelo salino



**Figura 216.** Acondicionamiento de suelo salino

**h) Análisis fisicoquímico de suelo salino pre tratamiento:** Se recolecto 1 kg de muestra compuesta de suelo, la cual, fue trasladada al laboratorio de la Universidad Privada del Norte donde se realizó un análisis físico-químico.

- **pH, CE, Materia Orgánica (MO) y Nitratos:** Para medir estos parámetros fisicoquímicos, se mezcló la muestra recolectada del suelo salino con agua destilada hasta que el suelo y el líquido estuvieron en equilibrio para poder medir el pH con precisión. Para este protocolo se utilizó una solución de suelo/agua en relación 1:1. (Hernández, 2011) Para el análisis de estos parámetros (MO y Nitratos, se trasladó la muestra de suelo salino al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



**Gráfico 6.** Análisis fisicoquímico de suelo salino



**Figura 223.** Análisis fisicoquímico de suelo salino

#### **2.5.4. Evaluación a nivel de invernadero en *Zoyzia japonica* (grass japonés):**

- a) Tratamientos y proporciones:** Se realizó 8 tratamientos, siendo el primero un testigo nulo (T0-) conformado a base de 100% suelo salino, con la finalidad de definir la capacidad que tiene el grass japonés en su crecimiento en una concentración elevada de sales. También se realizó 3 tratamientos con vermicompost convencional (T1, T2 y T3) y con vermicompost mejorado (T4, T5 Y T6) contando cada uno de ellos con una dosis baja (1,5%), media (2.2%) y alta (3%). El último tratamiento fue un testigo positivo (T7+) el cual estuvo conformado a base de Sulfato de Calcio, este es un componente químico que es utilizado por los agrónomos para revertir el daño causado por los suelos salinos y generar un crecimiento eficiente de la planta y/o cultivo con el que se esté trabajando.

Según Flores & Torrez (2014) definen al Sulfato de Calcio (SO<sub>4</sub>Ca) como un químico de control, el cual ayuda a mejorar la estructura del suelo, la fertilización solubiliza constituyentes minerales de los suelos, aumenta la calidad de la materia orgánica y corrige la alcalinidad de los suelos. Además, hace mención que la cantidad de Sulfato de Calcio que se debe utilizar debe ser de 832 kg por cada hectárea a trabajar. En esta investigación se cuenta con un área de macetas de 170 cm<sup>2</sup>, por ello la cantidad de Sulfato de Calcio (SO<sub>4</sub>Ca) que se utilizó fue de 1,4%.

Se realizó 5 repeticiones, contando finalmente con 40 macetas, creciendo el grass japonés en condiciones climáticas a temperatura ambiente y regada con agua blanda 3 veces a la semana. Según Neira (2006) el agua blanda es la que contiene una concentración relativamente baja de carbonato de calcio y otros iones. Es el tipo de agua que se encontrar disuelta en mínimas cantidades de sales. En la (tabla 6) se detalla cada uno de los tratamientos que se utilizó detallando cada una de las proporciones de materia orgánica que se agregó.

**Tabla 6.** Diseño Experimental

<b>Factor</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis (%)</b>	<b>Suelo salino</b>
Testigo (-)	T0	Suelo salino	-	100%
Vermicompost Convencional	T1	DVC alta	3%	97%
	T2	DVC media	2,2%	97.8%
	T3	DVC baja	1,5%	98.5%
	T4	DVCM alta	3%	97%
Vermicompost Modificado	T5	DVCM media	2,2%	97.8%
	T6	DVCM baja	1,5%	98.5%
Testigo (+)	T7	SO <sub>4</sub> Ca	1,4%	98.6%

**b) Instalación de macetas con *Zoyzia japónica* (grass japonés):** Después que se elaboró el vermicompost convencional y mejorado, se procedió a realizar la plantación del grass japonés en 40 macetas, donde se aplicó diferentes tratamientos con la finalidad de obtener el tratamiento y dosis más efectiva en el crecimiento del grass japonés y reducción de sales en el suelo salino. Las macetas que se utilizaron fueron de 17 cm x 10 cm contando con un área de 170 cm<sup>2</sup>, pero solo se colocó el 10% de grass del área total en cada maceta contando cada una de ellas con una proporción diferente de vermicompost (materia orgánica) y siendo la diferencia la cantidad de suelo salino que se utilizó.

**c) Análisis de muestras y determinación de la efectividad del vermicompost mejorado en la reducción de sales:** Se realizó un análisis fisicoquímico de suelo salino post tratamiento, transcurrido un mes desde el sembrado de Grass japonés en macetas, se analizó los tratamientos a fin de determinar cuál de las dosis utilizadas fue la más efectiva, esto debido al color, firmeza y tamaño que presentó el grass. Para medir la efectividad de los tratamientos, se consideró evaluar los siguientes parámetros: pH, C.E y S.T.D durante el periodo de un mes, los cuales fueron analizados cada 10 días con la finalidad que después de 30 días se pueda determinar el tratamiento y dosis óptima.

Los parámetros que se evaluaron en el Grass japonés (*Zoyzia Japónica*), fueron considerados en base a la bibliografía. Carranza (2016) menciona lo siguiente:

- **Color:** Es el componente más importante de la calidad estética del grass y un buen indicador del estado de los nutrientes y el agua. La metodología utilizada fue realizar fotografías a cada unidad de análisis durante una semana por el periodo de un mes, considerando siempre un horario fijo (10:00 a.m.) con cada hoja de grass seca. Luego cada una de las fotos fue comparada con la carta

de tabla de colores de Munsell como referencia y se describió el color. Las tonalidades a utilizar son las de un verde claro pajizo a un verde intenso. Según (Morris, 2006, p.1).

Se asigna un número a cada color de las unidades de análisis en base a una clasificación visual siendo escala con 1 siendo el color verde y verde oscuro 5.

**Tabla 7.** Clasificación de colores

Nº	COLOR
1	Verde claro
2	Verde menos intenso
3	Verde medio
4	Verde intenso
5	Verde oscuro

**Fuente:** (Carranza, 2016)

- **Densidad:** La metodología consistió en realizar fotografías a cada unidad de análisis una vez a la semana durante el periodo de un mes, a una hora determinada (11:00 a.m.), siendo fijo este horario; a una altura de 15 cm con las hojas del grass secas en cada unidad experimental. Luego se hizo uso de la aplicación móvil *Canopeo*, la cual permite seguir el crecimiento de los cultivos mediante el cálculo de la fracción de cubierta vegetal verde. Su funcionamiento se basa en la colorimetría, ofreciendo unos resultados in situ mucho más precisos que los exámenes visuales, similares a herramientas tales como Sigma Scan Pro.

Una vez tomada la imagen, la aplicación muestra el resultado de manera inmediata, presentando la imagen original y la imagen procesada, donde la cobertura vegetal se representa mediante píxeles blancos. La posibilidad de visualizar ambas imágenes permite que estas sean comparadas. Dependiendo del porcentaje que se obtenga, se le asigna un número para determinar el % de cobertura vegetal.

**Tabla 8.** Escalda en porcentaje % de cobertura vegetal

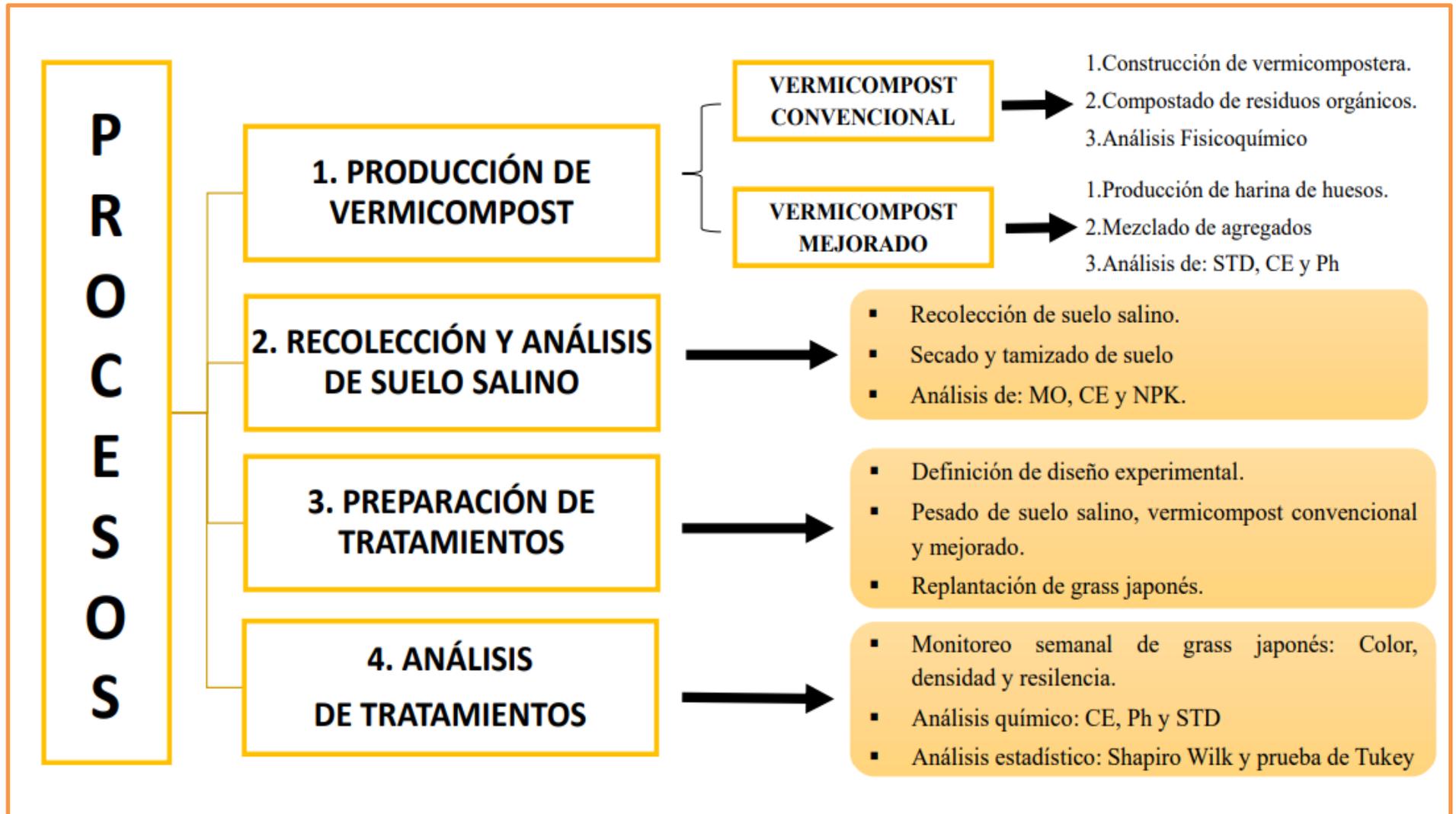
Número	% Cobertura Vegetal
1	<25%
2	25 – 50%
3	50 – 75%
4	>75%

**Fuente:** (Blanquet, 2007, p.06)

- **Resiliencia:** La metodología consistió en realizar mediciones en cada una unidad de análisis, dividiendo está en dos partes iguales con una regla milimétrica, a la altura del thatch con una frecuencia de 1 vez por semana en cada unidad experimental. Se consideró los rangos propuestos por Picasso S.A en Evaluaciones de Mantenimiento de céspedes; 0.5 cm a 1.5 cm de altura aceptable (BUENA) y mayor a 2.0 cm como una altura nada aceptable (MALA) que perjudicaría su resiliencia y demás actividades de desarrollo del césped.

**Tabla 9.** Nivel de Resiliencia

Valor (cm)	Asignación
(0.5 – 2)	Buena
(> 2)	Mala



**Gráfico 7.** Elaboración de procesos

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Evolución de las características físicas del vermicompost convencional

La fase de producción del vermicompost convencional tuvo una duración de 11 semanas, dentro de las cuales cada semana se monitoreo las características físicas como Temperatura la cual siempre debía oscilar entre los (22C° - 25C°) y el porcentaje de humedad el cual debía oscilar entre un 80%

**Tabla 10.**Control de Temperatura, Humedad y Aireación en vermicompost convencional

Semana	Temperatura (22C° - 25C°)	Humedad (80%)
Semana 1	25C°	82%
Semana 2	23C°	82%
Semana 3	25C°	80%
Semana 4	22C°	81%
Semana 5	24C°	80%
Semana 6	25C°	80%
Semana 7	25C°	80%
Semana 8	23C°	79%
Semana 9	25C°	82%
Semana 10	24C°	80%
Semana 11	24C°	80%

En la tabla 10 se observan los resultados del análisis de temperatura C° y humedad % donde se puede notar que los rangos de variación de temperatura y humedad no variaron mucho, ya que, estos se mantuvieron a lo largo del proceso de producción de vermicompost convencional, obteniendo 23C° como la temperatura más baja presentada pero no teniendo dificultad en el proceso, ya que se encontraba dentro del rango establecido ( 22C° - 25C°) y el menor porcentaje de humedad se dio en la semana 2 siendo este de 79% encontrándose fuera de lo permitido (80%) pero no altero el proceso, por otro lado, para el sistema de aireación se realizó un volteo al vermicompost de manera semanal.

### 3.2. Fertilidad de vermicompost convencional

Los siguientes datos obtenidos en cada uno de los parámetros, fueron analizados en el laboratorio de (análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

**Tabla 11.** Análisis de M.O y NPK de vermicompost

<b>Muestra</b>	<b>M.O %</b>	<b>N %</b>	<b>P %</b>	<b>K %</b>
Vermicompost convencional	21,89	0.59	0.40	0.72

En la tabla 11 se observa que el porcentaje de M.O% que se obtuvo es relativamente alto en comparación a un abono convencional y esto se debe a la efectividad que tienen la lombriz roja californiana, en cuanto al NPK% los resultados no varían en gran dimensión.

### 3.3. Propiedades fisicoquímicas de vermicompost convencional y modificado

Los resultados que se muestran a continuación fueron evaluados en el laboratorio de biología de la Universidad Privada del Norte (UPN).

**Tabla 12.** Análisis Fisicoquímico de Vermicompost Convencional

Muestra	pH	C.E.	S.T.D.
Vermicompost convencional	7,23	2,96	2,07
Vermicompost modificado	7.03	1.89	2.03

En la tabla 12 se observa que el valor de vermicompost convencional para pH fue de 7,23 indicando de esta manera ser neutro y que no afectara al desarrollo adecuado de la planta, con respecto los siguientes valores, estos se mantienen en un rango inferior a 2. Para lo que corresponde al vermicompost modificado el valor de pH fue de 7,03 indicando de esta manera ser neutro, con respecto a la C.E. esta indica tener un buen valor, ya que es considerado como no salino, lo cual genero el crecimiento adecuado del grass japonés.

**3.5. Propiedades fisicoquímicas y fertilidad de suelo salino:** Los siguientes datos obtenidos en cada uno de los parámetros, fueron analizados en el laboratorio de (análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

**Tabla 13.** Análisis de suelo salino

Muestra	pH (1:1)	C.E. dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P (ppm)	K (ppm)	Al	N%	Nitrato (ppm)
Suelo Salino	8.36	6.11	1.00	0.37	8.0	164	0.00	0.03	1.98

En la tabla 13 se observa que el valor obtenido de C.E. es de 6.11 dS/m, lo cual indica que el suelo de Puerto Viejo es moderadamente salino, esto Según Gallar (2017) ver tabla 3. Un suelo que contiene 6.11 dS/m de CE genera que los cultivos no crezcan de una manera exitosa. El porcentaje de M.O fue de 0.37% lo cual es excesivamente bajo para áreas agrícolas.

### 3.6. Propiedades de agua potable destinada a regadío:

Los resultados que se muestran fueron evaluados en el laboratorio de biología de la Universidad Privada del Norte (UPN).

**Tabla 14.** Análisis fisicoquímico de agua

Muestra	pH (1:1)	C.E. (dS/m)	S.T.D. (ppm)
Agua Potable	7,01	6.45	309

En la tabla 14 se observa que el valor obtenido en la C.E. fue de 6.45 dS/m el cual es un valor elevado para ser un agua blanda, el valor de pH fue de 7,01 lo que determina que fue neutro, para el valor de S.T.D. fue de 309 ppm lo cual se encuentra dentro de lo indicado.

Tratamiento	pH (1:1)	C.E. (dS/m)	S.T.D.	% M.O
T0 (-)	8.36	6.11	1.89	0.37
T1	7.22	3.48	2.06	3
T2	7.24	3.54	2.03	2.2
T3	7.23	3.57	2.02	1.5
T4	7.16	3.07	2.02	3
T5	7.13	3.23	2.01	2.2
T6	7.12	3.26	1.98	1.5

T7 (+)

8.01

4.02

1.87

1.4

### 3.7. Diseño de tratamientos y características físico química

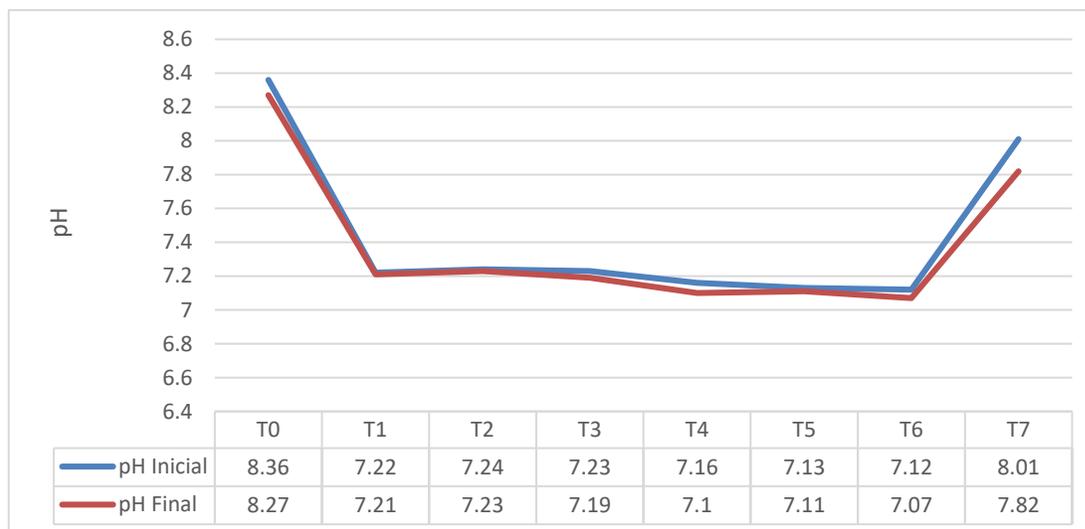
En la tabla 15 se observa que los valores de pH más elevados fueron obtenidos en los tratamientos T0 y T7, siendo estos 8.36 y 8.01 respectivamente, mientras que los valores más bajos fueron obtenidos en los tratamientos con vermicompost convencional y mejorado. El valor de C.E. más elevado fue en el T0 que fue exclusivamente suelo salino y el más bajo fue obtenido en el T4 que fue 3.07. Los valores de STD fueron constantes y el porcentaje de M.O fue el que se asignó para cada tratamiento.

### 3.8. Determinación de pH en tratamientos:

**Tabla 16.** pH promedio de tratamientos

Tratamiento	10 días	20 días	30 días	Promedio	D.S
<b>T0</b>	8.31	8.25	8.25	<b>8.27</b>	0.04
<b>T1</b>	7.24	7.20	7.20	<b>7.21</b>	0.02
<b>T2</b>	7.24	7.22	7.22	<b>7.23</b>	0.01
<b>T3</b>	7.20	7.19	7.18	<b>7.19</b>	0.01
<b>T4</b>	7.15	7.07	7.07	<b>7.10</b>	0.05
<b>T5</b>	7.14	7.09	7.09	<b>7.11</b>	0.03
<b>T6</b>	7.12	7.05	7.05	<b>7.07</b>	0.04
<b>T7</b>	7.96	7.77	7.75	<b>7.82</b>	0.11

A partir del análisis de pH en cada uno de los tratamientos y respectivas repeticiones, se determina, que este parámetro es casi constante en cada uno de ellos, no teniendo mayor variación, encontrándose variaciones de 0.6 hasta 0.8 y todos menores a 1. Determinando que el pH más elevado fue hallado en el T0 siendo este de 8.27 y el más bajo fue en el T6 siendo de 7.07. Los tratamientos elaborados a base de vermicompost convencional, mejorado y Sulfato de Calcio presentaron poca variación.



**Figura 224.** pH inicial y final de tratamientos

En la figura 8 se observa el valor inicial de pH en cada uno de los tratamientos versus su valor final, de acuerdo, al seguimiento que se realizó a cada uno de ellos durante un mes, realizando 3 evaluaciones en cada uno, obteniendo los promedios como se detalla en la figura. Se determinó que la salinidad en el T0 generó que el pH en este tratamiento sea alcalino, mientras que los demás tratamientos se observan que siguen una constancia, ya que, todos ellos presentan un pH en el rango de 7, convirtiéndolos en alcalinos.

Se realizó el análisis estadístico de las variables químicas con el paquete estadístico SPSS versión 24, realizando una prueba de normalidad a cada uno de los parámetros, como se muestra a continuación:

**Tabla 17.** Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk para la variable pH

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>pH</b>	T0	0,912	5	0,482
	T1	0,902	5	0,421
	T2	0,943	5	0,685
	T3	0,943	5	0,685
	T4	0,893	5	0,375
	T5	0,751	5	0,030
	T6	0,813	5	0,103
	T7	0,835	5	0,151

La tabla 17 muestra los resultados obtenidos posterior a la aplicación de la prueba Shapiro-Wilk, donde permite contrastar la normalidad de los datos. En la misma se puede observar que en todos los tratamientos que el valor de ( $p > 0.05$ ) es superior al nivel de significancia, lo que permite señalar que los datos se distribuyen normalmente.

**Tabla 18.** Análisis de varianza (ANOVA), para la variable pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,632	7	0,947	554,841	0,000
Intra-grupos	0,055	32	0,002		
Total	6,686	39			

Como se observa en la tabla 18 el nivel de significancia para la variable pH fue de 0,00, es decir, menor de 0,05, lo que permite afirmar que las dos variables están relacionadas y por tanto que hay diferencias significativas entre los grupos.

**Tabla 19.** Análisis de diferencias significativas mínimas (TUKEY), para la variable pH

(I) Promedio por Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
T0	1,02200	0,02613	0,001	0,9373	1,1067
T1	-0,18485	0,02613	0,286	-1,8869	-0,1066
T2	-0,17114	0,02613	0,274	-0,2558	-0,6057
T3	-0,20771	0,02613	0,282	-0,2924	-0,1230
T4	-0,31742	0,02613	0,283	-0,4021	-1,6291
T5	-0,30600	0,02613	0,268	-2,7347	-0,2213
T6	-0,41285	0,02613	0,254	-3,5677	-2,2124
T7	0,57800	0,02613	0,001	0,5054	0,6506

En la tabla 19 se observa que posterior a la comparación de las medias aritméticas de cada tratamiento, se puede notar que existe diferencia significativa entre ellas. Los tratamientos T0 y T7 presentaron mayor significancia con un valor de (0,001), mientras que T1 (0,286), T3 (0,282) y T4 (0,283) son los que presentaron valores más elevados, ya que, tuvieron mayor diferencia con los demás tratamientos, el T2 presento (0,274) el T5 con un valor de (0,268) y por último el T6 (0,254). Cada tratamiento determino varianzas significativas, lo que permite afirmar que un tratamiento es más efectivo que el otro.

Posterior a la realización de análisis de diferencias significativas mínimas (TUKEY), se decidió realizar una prueba de homogeneidad, ya que, según Mogollón (2014) indica que existen diferentes test que permiten evaluar la distribución de la varianza, cuando estas

presentan poca diferencia y de esta manera conocer si la distribución de la variable estudiada difiere en las poblaciones subyacentes de las cuales se obtuvieron las muestras.

**Tabla 20.** Subconjuntos homogéneos, para la variable del pH

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3	4	1
T6	5	7,0700			
T4	5	7,0980			
T5	5	7,1080			
T3	5		7,1940		
T1	5		7,2140		
T2	5		7,2260		
T7	5			7,8260	
T0	5				8,2700
Sig.		,825	,918	1,000	1,000

En la tabla 20 se observa que, al comparar las medias de los pH, con el T0, el cual representa en la experimentación el grupo control, indicando el pH normal del suelo a trabajar, se puede afirmar, que el tratamiento T1 y T2 presentan la misma efectividad sobre el pH del suelo, T7 es el menos efectivo, T4 y T5 son más efectivos que T1 y T2. Por último, el tratamiento que generó mayor efectividad en la variación del pH del suelo fue el T6.

**Tabla 21.** Estadísticos descriptivos para la variable pH

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
ph	40	7,05	8,32	7,3758	,41406
N válido (según lista)	40				

En la tabla 21 se presentan los resultados de la media y desviación típica de los cambios de pH esperados durante el proceso de experimentación, pudiendo afirmar que se espera una variación de 1,7 grados en el pH.

### 3.9. Reducción de Conductividad Eléctrica (CE) y % de Eficiencia por tratamiento:

El parámetro de Conductividad Eléctrica (CE) es el indicador de sales en el suelo (Hernández, 2011) por ello, se analizó con la finalidad de verificar su variación desde el inicio del proceso hasta posterior a los tratamientos, para determinar la eficiencia de cada tratamiento con el fin de indicar cuál de todos fue el más efectivo.

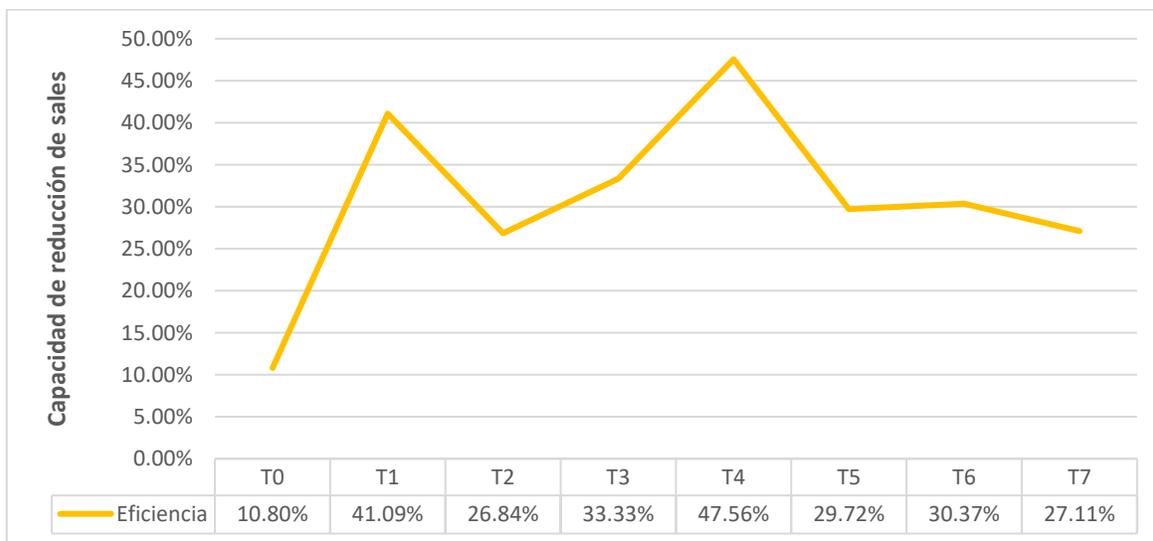
**Tabla 22.** Reducción de CE y % de eficiencia por tratamiento

Tratamiento	C.E. Inicial	C.E. Final	C.E. Reducida	% Eficiencia
T0	6.11	5.45	0.66	10.80
T1	3.48	2.05	1.43	41.09
T2	3.54	2.59	0.95	26.84
T3	3.57	2.38	1.19	33.33
T4	3.07	1.61	1.46	47.56
T5	3.23	2.27	0.96	29.72
T6	3.26	2.27	0.99	30.37
T7	4.02	2.93	1.09	27.11

En la tabla 22 se observa el porcentaje de eficiencia que tuvieron los tratamientos durante un mes de evaluación, determinando que el tratamiento más efectivo fue el T4 que tuvo una eficiencia de 47.56% esto se debe a que este tratamiento estuvo conformado por 3% vermicompost mejorado y 97% de suelo salino, determinando de esta manera la capacidad

que tuvo los agregados de: Harina de huesos, cabello humano y cal agrícola en reducir la concentración de sales del suelo.

El T1 presento una eficiencia de 41.09% siendo el segundo tratamiento más efectivo, determinando de esta manera que la dosis optima de vermicompost mejorado y convencional es el 3% de M.O. El T3 presento una eficiencia de 33.33% teniendo una buena capacidad de reducción de sales, seguido de los tratamientos con vermicompost mejorado el T6 con 30.37% de eficiencia y el T5 con 29.72% reduciendo en menor proporción la salinidad, el T2 redujo en un 26.84% y por último el T0 tuvo una eficiencia de 10.80% siendo la más baja, esto se debe a que este tratamiento fue 100% suelo salino.



**Figura 225.** Capacidad de reducción de salinidad

En la figura N° 09 se aprecia la gráfica en barra con los valores de % Eficiencia de cada una de los tratamientos, en donde se aprecia que el T4 tuvo el valor más alto de eficiencia, seguido

del T1, presentándose la eficiencia más baja en el T0 (100% suelo salino), en los demás tratamientos, no existió mayor diferencia entre sus eficiencias, siendo casi correlativas.

Se realizó el análisis estadístico de la variable C.E con el paquete estadístico SPSS versión 24, realizando una prueba de normalidad a cada uno de los parámetros, como se muestra a continuación:

**Tabla 23.** Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk para variable CE

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
T0	,980	5	,933
T1	,966	5	,852
T2	,944	5	,696
CE T3	,866	5	,252
T4	,930	5	,600
T5	,926	5	,573
T6	,864	5	,244
T7	,909	5	,464

En la tabla 23 se muestra los resultados obtenidos posterior a la aplicación de la prueba Shapiro-Wilk, donde permite contrastar la normalidad de los datos. En la misma se puede observar que en todos los tratamientos que el valor de ( $p > 0.05$ ) es superior a el nivel de significancia, lo que permite señalar que los datos se distribuyen normalmente.

**Tabla 24.** Análisis de varianza (ANOVA), para la variable CE

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	48,489	7	6,927	99,252	,000
Intra-grupos	2,233	32	,070		

Total 50,723 39

---

En la tabla 24 se puede observar el nivel de significancia para la variable CE fue de 0,00, es decir, menor de 0,05, lo que permite afirmar que las dos variables están relacionadas y por tanto que hay diferencias significativas entre los grupos, rechazando de esta forma la hipótesis nula.

**Tabla 25.** Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable CE

(I) Promedio por Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)		Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior		Límite superior	Límite inferior
T0	2,69200	0,16708	0,000	2,6042	3,6866	
T1	-0,73571	0,16708	0,359	-1,2769	-0,1945	
T2	-0,11628	0,16708	0,358	-0,6574	0,4320	
T3	-0,36428	0,16708	0,494	-0,9066	0,1757	
T4	-1,24314	0,16708	0,027	-1,7843	-0,7019	
T5	-0,48200	0,16708	0,491	-1,0232	0,0592	
T6	-0,47971	0,16708	0,492	-1,0209	0,0614	
T7	0,27685	0,16708	0,073	-0,2643	0,8180	

En la tabla 25 se puede observar que posterior a la comparación de las medias aritméticas de cada tratamiento, se puede notar que existe diferencia entre ellas, lo que permite afirmar que

un tratamiento fue más efectivo que otro, sobre la conductividad eléctrica en el suelo y de esta manera determinar que existieron tratamiento que redujeron en mayor proporción la salinidad.

**Tabla 26.** Subconjuntos homogéneos, para la variable del CE

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05					
		1	2	3	4	5	1
T4	5	1,6060					
T1	5	2,0500	2,0500				
T5	5		2,2720	2,2720			
T6	5		2,2740	2,2740			
T3	5		2,3740	2,3740			
T2	5			2,5920	2,5920		
T7	5				2,9360		
T0	5						5,4460
Sig.		,173	,536	,551	,461		1,000

En la tabla 26 puede observar que, al comparar las medias de la CE, con el T0, el cual representa en la experimentación el grupo control, indicando la conductividad eléctrica inicial del suelo a trabajar, se puede afirmar, que, en el tratamiento menos efectivo, se encuentra a T7, seguido por T2. En el tercer lugar de los menos efectivos se ubica a T3. Seguidamente se puede señalar que T5 y T6 presentan la misma efectividad sobre el CE del suelo, T1 ocupa el segundo lugar en disminución de la conductividad eléctrica y finalmente se concluye que T4 es el tratamiento más efectivo.

**Tabla 27.** Estadísticos descriptivos para la variable CE

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
---	--------	--------	-------	------------

CE	40	1.37	5.68	3,6368	,21307
N válido (según lista)	40				

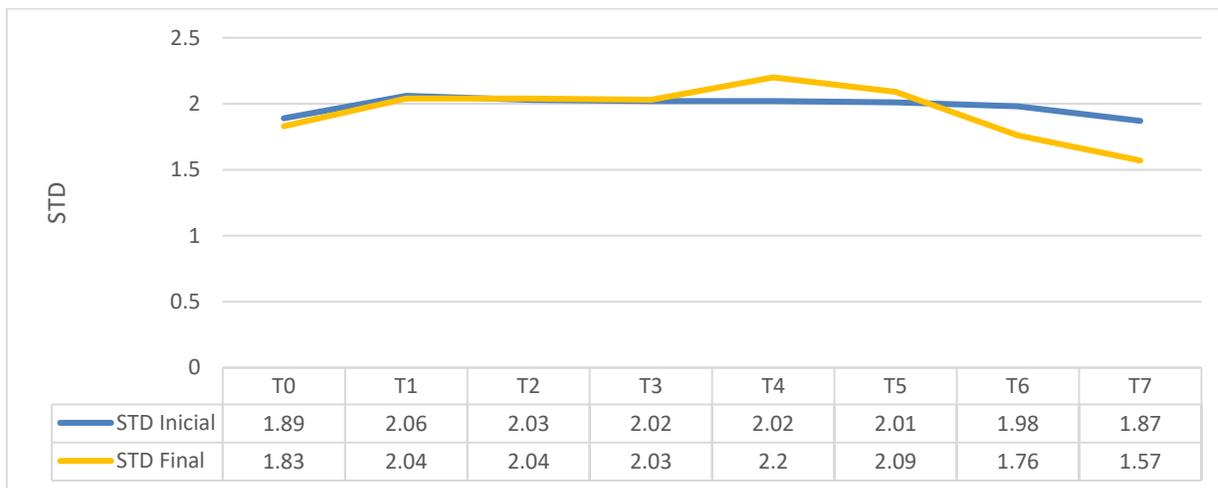
En la tabla 27 se presentan los resultados de la media y desviación típica de los cambios de CE esperados durante el proceso de experimentación, pudiendo afirmar que se espera una variación de 4.31 grados en la CE.

### 3.10. Determinación de Sólidos Totales Disueltos (S.T.D) en tratamientos:

**Tabla 28.** STD promedio de tratamientos

Tratamiento	10 días	20 días	30 días	Promedio	D.S
T0	1.87	1.80	1.81	<b>1.83</b>	0.04
T1	2.06	2.04	2.03	<b>2.04</b>	0.01
T2	2.03	2.04	3.04	<b>2.04</b>	0.00
T3	2.04	2.03	2.03	<b>2.03</b>	0.01
T4	2.20	2.20	2.19	<b>2.20</b>	0.00
T5	2.02	2.12	2.13	<b>2.09</b>	0.06
T6	1.94	1.94	1.94	<b>1.76</b>	0.00
T7	1.48	1.39	1.84	<b>1.57</b>	0.24

En la tabla 28 se observa que valor más elevado de STD fue hallado en el T4 siendo el valor de 2.20, esto se debe a que este tratamiento tuvo mayor proporción de M.O. El segundo tratamiento que presento más STD fue el T5 (2.09), seguido de los T1. T2 y T3 que tuvieron una gran semejanza y no existiendo mayor variación, el T7 fue el que presento el valor más bajo siendo (1.57) este fue el único tratamiento compuesto de Sulfato de Calcio.



**Figura 226.** S.T.D. promedio de Tratamientos

En la figura 10 se observa que los valores de S.T.D. no han tenido mucha variación a lo largo del periodo de evaluación, presentado el valor más alto de STD el T4 siendo este de 2.20, los demás tratamientos a base de vermicompost mejorado y convencional se encontraron dentro del rango de 2 y el valor más bajo se presentó en el T7 siendo este de 1.57.

Se realizó el análisis estadístico de las variable STD con el paquete estadístico SPSS versión 24, realizando una prueba de normalidad a cada uno de los parámetros, como se muestra a continuación.

**Tabla 29.** Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para variable STD

	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
STD	T0	,907	5	,451
	T1	,905	5	,440
	T2	,914	5	,492
	T3	,908	5	,453
	T4	,606	5	,001
	T5	,610	5	,001
	T6	,895	5	,384
	T7	,793	5	,071

En la tabla 29 se muestran los resultados obtenidos posterior a la aplicación de la prueba Shapiro-Wilk, donde permite contrastar la normalidad de los datos. En la misma se puede observar que en todos los tratamientos que el valor de ( $p > 0.05$ ) es superior a el nivel de significancia, lo que permite señalar que los datos se distribuyen normalmente.

**Tabla 30.** Análisis de varianza (ANOVA), para la variable STD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,528	7	,075	2,886	,019
Intra-grupos	,836	32	,026		
Total	1,364	39			

Como se puede observar en la tabla 30 el nivel de significancia para la variable STD fue de 0,01, es decir, menor de 0,05, lo que permite afirmar que las dos variables están relacionadas y por tanto que hay diferencias significativas entre los grupos.

**Tabla 31.** Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable STD

(I) Promedio por Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)		Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior		Límite superior	Límite inferior
T0	-0,19771	0,10223	0,514		-0,5288	0,1333
T1	0,04685	0,10223	0,428		-0,2843	2,6457
T2	0,04228	0,10223	0,830		-0,2888	0,3733
T3	-0,03400	0,10223	0,837		-0,2956	0,3665
T4	0,22057	0,10223	0,515		-0,1105	0,5516
T5	-0,09714	0,10223	0,761		-0,2339	0,3600
T6	-0,06971	0,10223	0,849		-0,4008	0,2044
T7	-0,17485	0,10223	0,586		-0,5059	0,1562

En la tabla 31 se puede observar que posterior a la comparación de las medias aritméticas de cada tratamiento, se puede notar que existe diferencia entre ellas, lo que permite afirmar que un tratamiento fue más efectivo que otro, sobre los sólidos totales disueltos en el suelo.

**Tabla 32.** Subconjuntos homogéneos, para la variable STD

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
T0	5	1,8260	
T7	5	1,8460	
T6	5	1,9380	1,9380
T3	5	2,0300	2,0300
T2	5	2,0360	2,0360
T1	5	2,0400	2,0400
T5	5	2,0840	2,0840
T4	5		2,1920
Sig.		0,222	0,238

Al comparar las medias de la STD, con el T0, el cual representa en la experimentación el grupo control, indicando los sólidos totales disueltos en el suelo a trabajar, se puede afirmar, que, en el tratamiento menos efectivo, se encuentra a T7, seguido por T6. En el tercer lugar de los menos efectivos se ubica a T3 y T2. Seguidamente se puede señalar que T1 y T5 se encuentran en el segundo lugar de los más efectivos y finalmente T4 es el tratamiento que favorece en mayor medida la disolución de sales en el suelo.

**Tabla 33.** Estadísticos descriptivos para la variable STD

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
STD	40	1.77	2.96	1,5689	,1268
N válido (según lista)	40				

En la tabla 33 se presentan los resultados de la media y desviación típica de los cambios de STD esperados durante el proceso de experimentación, pudiendo afirmar que se espera una variación de 1.19 grados en la STD.

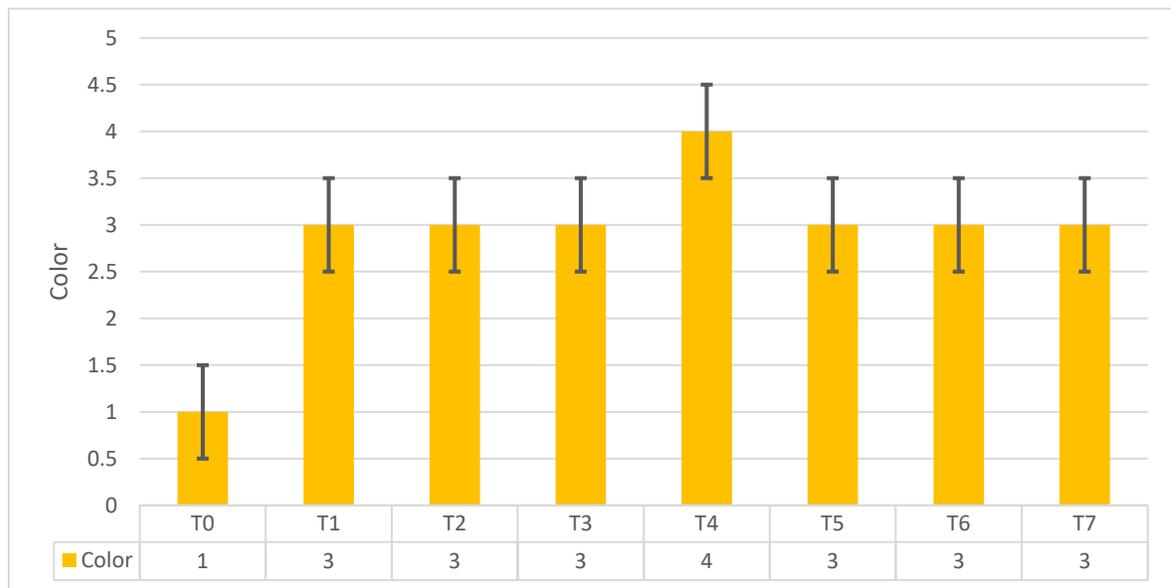
### 3.11. Clasificación de color en Grass japonés:

El análisis de color en el grass japonés fue de manera semanal durante el periodo de un mes, clasificando las tonalidades del 1 al 5 (ver Tabla N°08). Se realizó un seguimiento de manera semanal durante el periodo de un mes, realizando un análisis al color del grass japonés 4 veces en el periodo de evaluación (Anexo 2). A continuación, se detalla el promedio de color que se obtuvo en cada tratamiento.

**Tabla 34.** Variación de color en grass japonés en el tiempo

<b>Tratamiento</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 2</b>	<b>Semana 3</b>	<b>Semana 4</b>	<b>Promedio</b>
T0	2	2	1	1	<b>1</b>
T1	3	3	3	4	<b>3</b>
T2	2	3	3	3	<b>3</b>
T3	3	3	3	3	<b>3</b>
T4	4	4	4	5	<b>4</b>
T5	2	3	4	4	<b>3</b>
T6	3	3	3	3	<b>3</b>
T7	3	3	3	4	<b>3</b>

En la tabla 34 se observan los valores asignados a cada uno de los tratamientos durante 4 semanas de evaluación, determinando que el T4 tuvo el valor más alto siendo este de 4 que hace referencia a un verde intenso, según la tabla de colores de Munsell, además determinando que la dosis optima de vermicompost tuvo influencia en la tonalidad de grass japonés, el T0 presento un valor de 1 que hace referencia a un verde claro, esto se debe a que este tratamiento fue 100% suelo salino, afectando la tonalidad del grass, por último, los demás tratamientos presentaron un valor de 3 que hace referencia a un verde medio, teniendo condiciones estables para el desarrollo adecuado del grass japonés.



**Figura 227.** Nivel de color en grass japonés

En la figura 11 se observa que el T4 presento la mejor tonalidad de verde siendo el valor asignado de 4 que hace referencia a un verde intenso, el T0 presento el valor más bajo de un verde claro casi pajizo y los demás tratamientos presentaron una tonalidad de un verde medio, determinando así la influencia del vermicompost tanto convencional como mejorado.

**Tabla 35.** Resultados de la contingencia del color vs tratamiento

		TRATAMIENTO								TOTAL	
RECUENTO		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T0	
COLOR	Verde Claro	8	0	0	0	0	0	0	1	9	
	% De Tratamiento	40,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	5,0%	5,6%	
	Recuento	7	1	5	7	0	4	5	6	35	
	Verde menos intenso	35,0%	5,0%	25,0%	35,0%	,0%	20,0%	25,0%	30,0%	21,9%	
	% De Tratamiento	5	8	11	10	0	8	14	10	66	
	Recuento	25,0%	40,0%	55,0%	50,0%	,0%	40,0%	70,0%	50,0%	41,3%	
	Verde Medio	0	11	4	3	11	7	1	3	40	
	% De Tratamiento	,0%	55,0%	20,0%	15,0%	55,0%	35,0%	5,0%	15,0%	25,0%	
	Recuento	0	0	0	0	9	1	0	0	10	
	Verde Intenso	,0%	,0%	,0%	,0%	45,0%	5,0%	,0%	,0%	6,3%	
% De Tratamiento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	160	
Recuento	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
TOTAL											

En la tabla 35 se presentan las frecuencias y porcentajes de cada uno de los posibles colores a encontrar en la planta de *Zoyzya Japonica* (grass japonés), en relación con los tratamientos aplicados en el suelo salino, donde se puede observar que en referencia a T0, el color predominante fue el verde claro, en cuanto al T1 y T4 fue el verde intenso y en T2, T3, T5, T6 y T7 fue el verde medio, el cual se presentó con mayor frecuencia.

**Tabla 36.** Resultados de la prueba de Chi cuadrado para la variable color

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	155,733(a)	28	,000
Razón de verosimilitudes	133,298	28	,000
Asociación lineal por lineal	3,595	1	,058
N de casos válidos	160		

En la tabla 36 se presentan los resultados obtenidos en la prueba de Chi cuadrado, donde se puede observar que el nivel de significancia bilateral es de 0,00, lo que indica que es inferior a alfa (0,05). En base a este resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, indicando con esto que no todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre el color de la planta *Zoyzya Japonica* (grass japonés).

### 3.12. Nivel de densidad del Grass japonés:

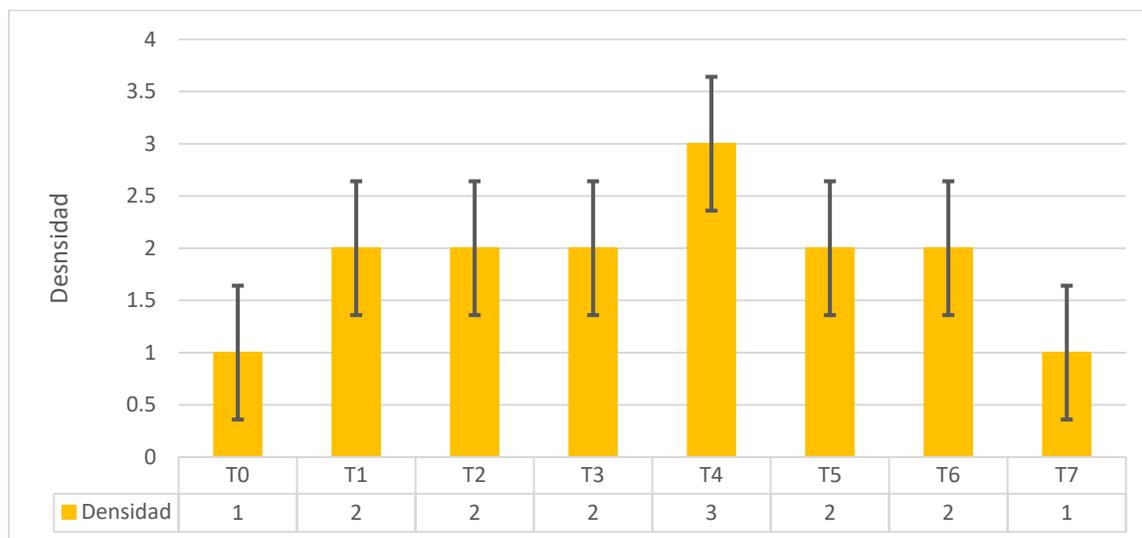
El análisis de densidad en el grass japonés fue de manera semanal durante el periodo de un mes, clasificando el porcentaje de cobertura vegetal del 1 al 4 (tabla 09). A fin de determinar la variación entre cada tratamiento a lo largo de un periodo de 4 semanas. La determinación del % de cobertura vegetal se realizó con la aplicación móvil Canopeo

**Tabla 37.** Nivel de Densidad de grass japonés

Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio
T0	1	1	1	1	<b>1</b>
T1	1	2	2	2	<b>2</b>
T2	1	1	2	2	<b>2</b>
T3	1	1	2	2	<b>2</b>
T4	1	2	2	3	<b>3</b>
T5	1	1	2	2	<b>2</b>
T6	1	1	2	2	<b>2</b>
T7	1	1	1	2	<b>1</b>

En la tabla 37 se observan los números asignados en cada uno de los tratamientos (tabla 7) a lo largo de un mes de evaluación. Obteniendo como resultado final que la mejor proporción de densidad se encontró en el T4 siendo el valor asignado 3 que hace referencia a un porcentaje de cobertura vegetal que se encuentra entre (50 – 75%), esto se debe en gran medida a la influencia del vermicompost mejorado y a la capacidad que tuvo los agregados de harina de huesos, cabello humano y cal agrícola. Los valores más bajos de densidad fueron hallados en el T0 y T7 presentando un valor de 1 que hace referencia a un porcentaje de cobertura vegetal <25%, el cual fue reduciendo en el tiempo de evaluación. Los demás tratamientos a base de vermicompost convencional T1, T2, T3 y mejorado T5 y T6 presentaron un nivel de densidad de 2 que hace referencia a una cobertura vegetal que se

encuentra en un rango de (25 – 50%) siendo estos tratamientos los que presentaron un valor menor de M.O al del T4.



**Figura 228.** Nivel de densidad de grass japonés.

En la figura se observa que el valor de densidad más alto fue hallado en T4, seguido de los tratamientos elaborados a base de vermicompost convencional y mejorado. Mientras que el T0 y T7 presento los valores más bajos siendo de 1, ya que, el porcentaje de cobertura vegetal fue disminuyendo en todas las evaluaciones que se realizaron.

**Tabla 38.** Resultados de la contingencia de densidad vs tratamiento

		Tratamiento								Total	
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T0	
DENSIDAD	<25%	Recuento % de Tratamiento	20	9	12	11	6	12	12	14	96
			100%	45,0%	60,0%	55,0%	30,0%	60,0%	60,0%	70,0%	60,0%
	25-50%	Recuento % de Tratamiento	0	8	8	9	10	8	7	6	56
			,0%	40,0%	40,0%	45,0%	50,0%	40,0%	35,0%	30,0%	35,0%
	50-75%	Recuento % de Tratamiento	0	3	0	0	4	0	1	0	8
			,0%	15,0%	,0%	,0%	20,0%	,0%	5,0%	,0%	5,0%
	TOTAL	Recuento % de Tratamiento	20	20	20	20	20	20	20	20	160
			100,0 %	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla 38 se presentan las frecuencias y porcentajes de la cobertura vegetal de la planta de *Zoyzya Japonica* (grass japonés), en relación con los tratamientos aplicados en el suelo salino, donde se puede observar que en referencia a T0, T1, T2, T3, T5, T6 y T7, la cobertura vegetal fue de < 25%, por su parte T4 presento el mayor porcentaje en una cobertura vegetal comprendida entre el 25 – 50%, lo que permite suponer que este tratamiento tiene una mayor efectividad sobre la disminución de salinidad en el suelo, ya que, la densidad de la planta estudiada es mayor en este caso.

**Tabla 39.** Resultados de la prueba de Chi cuadrado para la densidad

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	36,929(a)	14	,001
Razón de verosimilitudes	43,238	14	,000
Asociación lineal por lineal	,575	1	,448
N de casos válidos	160		

La tabla 39 presenta los resultados obtenidos en la prueba de Chi cuadrado, donde se puede observar que el nivel de significancia bilateral es de 0,001, lo que indica que es inferior a alfa (0,05). En base a este resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, indicando con esto que no todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la densidad de la planta *Zoyzya Japonica* (grass japonés).

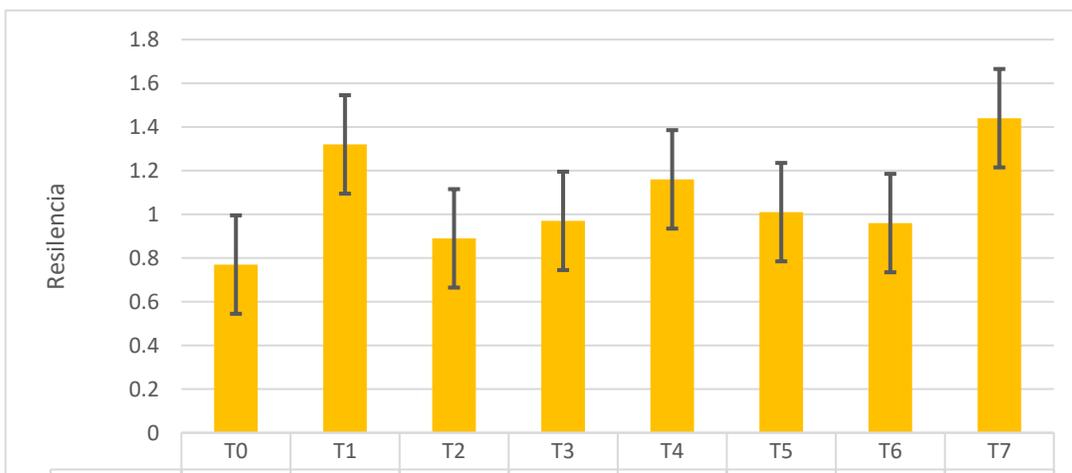
### 3.13. Variación de Resiliencia en Grass japonés:

El nivel de resiliencia del grass japonés para cada uno de los tratamientos fue analizado de manera semanal durante el periodo de un mes, contando con 4 monitoreos, los valores que se encontraron entre (0.5 a 2) demuestran que existe una buena resiliencia, mientras los que superan este valor están afectando al crecimiento adecuado del grass japonés, afectando los componentes del suelo.

**Tabla 40.** Nivel de Resiliencia de grass japonés

Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio (cm)
T0	0.62	0.74	0.82	0.88	0.77
T1	0.9	1.22	1.44	1.72	1.32
T2	0.68	0.82	0.98	1.08	0.89
T3	0.76	0.88	1.04	1.18	0.97
T4	0.86	1.02	1.28	1.46	1.16
T5	0.78	0.96	1.08	1.20	1.01
T6	0.74	0.84	1.00	1.24	0.96
T7	0.96	1.28	1.60	1.90	1.44

En la tabla 40 se observan los valores obtenidos en cada uno de los tratamientos asignados en la (tabla 7). El nivel de resiliencia más elevado fue hallado en el T7 siendo de 1.44 cm, seguido del T1 que presento una resiliencia de 1.32 cm, el T4 con 1.16 y T5 con una resiliencia de 1.01, estos fueron los tratamientos que presentaron un valor más alto de resiliencia mientras que los otros tratamientos no presentaron mayor variación, pero finalmente todos los tratamientos han presentado un nivel de resiliencia catalogado como buena, ya que, ninguno de ellos sobre paso el valor de 2 cm.



**Figura 229.** Nivel de resiliencia en grass japonés

En la figura 13 se observa que todos los tratamientos tienen una resiliencia considerada como buena, ya que, todos los resultados son menores a 2 cm conservando de esta manera las propiedades químicas del suelo y no afectando al crecimiento adecuado del grass japonés, el tratamiento que presentó el mayor nivel de relevancia fue el T4 siendo el valor obtenido de 1.16 cm y el valor más bajo de resiliencia fue del T0 que fue de 0.77 cm, esto se debe a que el tratamiento fue exclusivamente a base de 100% suelo salino, lo cual generó que el grass no crezca de una manera eficiente.

**Tabla 41.** Análisis de varianza (ANOVA), para la variable resiliencia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,784	7	,255	13,581	,000
Intra-grupos	,600	32	,019		
Total	2,384	39			

Como se puede observar en la tabla 41 el nivel de significancia para la variable resiliencia fue de 0,00, es decir, menor de 0,05, lo que permite afirmar que las dos variables están relacionadas y por tanto que hay diferencias significativas entre los grupos, rechazando de esta forma la hipótesis nula.

**Tabla 42.** Análisis de diferencias entre medias (TUKEY), para la variable resiliencia

(I) Promedio por Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite superior	Límite inferior
T0	-0,18671	0,13435	0,644	-0,3265	0,1333
T1	0,05786	0,13435	0,698	-0,6454	2,6457
T2	0,24365	0,13435	0,357	-0,3434	0,2323
T3	-0,03400	0,13435	0,677	-0,3232	0,9845
T4	0,27802	0,13435	0,389	-0,2323	0,5434
T5	-0,09714	0,13435	0,245	-0,5476	0,6576
T6	-0,06971	0,13435	0,575	-0,5634	0,3523
T7	-0,90482	0,13435	0,343	-0,9865	0,6433

Posterior a la comparación de las medias aritméticas de cada tratamiento, se puede notar que existe diferencia entre ellas, lo que permite afirmar que un tratamiento es más efectivo que otro sobre la resiliencia de la planta *Zoyzya Japonica* (grass japonés).

**Tabla 43.** Subconjuntos homogéneos, para la variable resiliencia

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
T0	5	0,7620		
T2	5	0,8880	,8880	
T6	5	0,9520	,9520	
T3	5	0,9620	,9620	
T5	5	1,0020	1,0020	
T4	5		1,1540	1,1540
T1	5			1,3180

T7	5			1,4320
Sig.		0,139	,073	,054

En la tabla 43 se muestran los resultados de los subconjuntos homogéneos de la variable resiliencia, donde los mismo permiten afirmar que en toda la resiliencia fue positiva, pero en los tratamientos 1, 4, 5 y 7 se observa una mejor resiliencia, por parte de la planta *Zoyzya Japónica* (grass japonés)

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Los tratamientos aplicados con vermicompost mejorado y convencional fueron los que presentaron mayor éxito en comparación a los tratamientos T0 (100% suelo salino) y T7 (1.4% CaSO<sub>4</sub> y 98.6% de suelo salino). Esto se debe a la propiedad que otorga la enmienda orgánica, pero fue el tratamiento T4 (3% vermicompost mejorado y 97% de suelo salino) el que presento los valores más bajos de CE, con una presencia inicial de 3.07 dS/m y una CE final de 1.41 dS/m, con una eficiencia de 47.56%. Se obtuvieron resultados similares a los de Mahmoud e Ibrahim (2012) quienes indican que la CE del suelo se redujo en un 46% en un periodo menor a un mes de evaluación con cantidades menores al 10% de vermicompost. Barrientos y Rojas, (2020), Corroboran esta información al mencionar que en su investigación el tratamiento T1 llego a reducir la concentración de sales en el suelo en un 58% en comparación a la concentración inicial que se obtuvo. Además, mencionan que el uso de enmiendas orgánicas es más factible en los tratamientos por salinidad en el suelo en

comparación de la técnica de lavado. Por otro lado, Hernández, J. (2011). Menciona que la aplicación de vermicompost en 1.5% redujo la CE del suelo en un 60% en un periodo de un año, teniendo el suelo una CE inicial de 12.46 dS/m, sin embargo, se determinó que la composición del vermicompost mejorado en un 1.5% puede reducir la CE en un 29.72% en un periodo de un mes, ya que, el tratamiento T5 presento una CE inicial de 3.23 dS/m presentando una CE final de 1.94 dS/m, a esto se le suma la efectividad del grass japonés para reducir la CE del suelo en mayor proporción en un periodo de un mes, mejorando de esta manera las propiedades químicas del suelo.

Para Santana y Turpo (2021). La aplicación de un vermicompost mejorado fue factible en la recuperación de un suelo salino en comparación a un vermicompost convencional, ya que, con su tratamiento T2 lograron reducir la salinidad en 2,26 ds/m en un periodo de 28 días. Este mismo comportamiento se vio reflejado en el tratamiento T4, al reducir la salinidad del suelo de 3.07 dS/m hasta 1.41 dS/m en un periodo de evaluación de 30 días. A su vez se menciona que debe evitarse el uso continuo y desmedido de vermicompost o de enmiendas orgánicas en general ya que este factor afecta de manera directa a la concentración de sales en el suelo. El nivel de densidad de cobertura vegetal y el color en el grass japonés fue relativo al porcentaje de CE que se redujo, al presentar mejor tonalidad el tratamiento T4 donde las 5 repeticiones tuvieron una tonalidad de verde oscuro y no presento mayor problema en comparación a los demás tratamientos. Así mismo, fue el único tratamiento que presento una cobertura vegetal de 56.79% la cual fue la mejor en comparación a los demás tratamientos ya que el tratamiento T0 presento el porcentaje más bajo, siendo este de 11.16%, de esta manera se determina que el porcentaje de CE fue relativo en el desarrollo de la planta, lo cual guarda relación con la dosis optima de vermicompost mejorado. Del mismo modo, también

es afirmado por Carranza, J. (2016) determino en su investigación que existe relación entre las dosis y la densidad de cubierta vegetal que se obtuvo. Además, refirió que existe similitud numérica de frecuencias entre los tratamientos con 5 y 10 gr/m<sup>2</sup>/manejo medio; y 15 gr/m<sup>2</sup>/manejo medio y 15 gr/m<sup>2</sup>/manejo bajo. En comparación con la presente investigación donde se determinó que los tratamientos (T4, T5 y T6) elaborados a base de vermicompost mejorado presentaron similitudes en los análisis de parámetros en el grass japonés. También lo afirma Portocarrero, L. (2019) en su investigación determino que existe relación directa entre la proporción de enmienda orgánica que se utiliza en un tratamiento con el desarrollo y evolución de la planta en un tiempo dado, ya que, en su investigación obtuvo como resultado que el mejor porcentaje de cobertura vegetal se encontró en el tratamiento T3 (93%), el cual fue superior al resto de tratamientos, salvo el tratamiento T5 (88.55%) con quien no tuvo diferencias.

Para Carranza, J. (2016), no hubo relación entre la dosis y el color del grass ya que mediante la clasificación de color no hubo mayor relevancia entre tratamientos, pero si la hubo posterior a la aplicación de la prueba estadística Chi Cuadrado de Pearson, mediante la cual se evaluó la independencia entre color y dosis, encontrándose como resultado un valor de 13,62 y un p-valor de 0.326 lo que indica que no existe una relación entre la dosis optima y la coloración del grass. Lo cual no se evidencio en la presente investigación puesto que se determinó que existe una relación entre ambas variables, esto reflejado en la clasificación de color que obtuvo el T4 en sus 5 repeticiones que fue un verde intenso, a su vez esto fue comprobado al realizar la prueba de Chi cuadrado de Pearson en el programa SPSS y se determinó que el nivel de significancia bilateral es de 0,00, lo que indica que es inferior a alfa (0,05) lo que indica que no hubo relación entre color y dosis, además se determina que

entre tratamientos no existe relación con respecto al color ya que todos son diferentes. También lo afirma Arévalo, W. (2020) menciona que sus tratamientos con mayor dosis de enmienda orgánica fueron los que presentaron una mejor tonalidad de color en la vegetación, siendo el más el tratamiento T3 con un valor de 9 en la calidad visual (verde intenso) seguido del tratamiento T2 que presento un valor de 8 (verde menos intenso). El tratamiento que no tuvo buen desarrollo fue el tratamiento T4 el cual se encontró por debajo del mínimo, pero no llegó a ser un césped inservible pues se encontraba cerca de la puntuación de mínimo aceptable siendo 4 (verde claro). Por último, determinó que la variable color del grass no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tipos de sustratos a un nivel de 0.05 de significancia.

El nivel de resiliencia en todos los tratamientos fue considerado como buena, ya que se encontraron dentro del rango (0.5 – 2), siendo el tratamiento T7 con el valor más alto de 1.44 cm seguido del tratamiento T1 con 1.32 cm, los valores más bajos se vieron reflejados en los tratamientos T0 (0.77cm) y T2 (0.89 cm) al presentar todos los tratamientos un buen nivel de resiliencia se determinó que la concentración de sales reducidas en cada tratamiento no influencio en la variable resiliencia debido al manejo y cuidado adecuado que se brindó al grass japonés. Según Monje (2008) existe un déficit en el grass cuando este es manipulado de manera continua y cortado en bloques muy pequeños, lo que genera que se eliminen sus propiedades naturales, el número de cortes estresa a la planta, reduce sus reservas de hidratos de carbono, reduce su crecimiento radicular, la predispone a ataques externos, etc. Sin embargo, reduce el colchón, aumenta la densidad del césped y evita cierto modo de escalpado. Para Santillán, A. (2021) en su investigación determinó que de los 4 tratamientos que realizo, solo tres presentaron una buena resiliencia, pero hubo semanas donde algunos

tratamientos no tuvieron un buen crecimiento de la planta, siendo el caso del tratamiento T1 y T5 los cuales presentaron un mal desarrollo en 2 ocasiones y tratamiento T4 no tuvo buen nivel de resiliencia ya que durante los tres meses de evaluación presento un mal desarrolló hasta en 5 ocasiones, lo cual también se vio reflejado en la prueba Chi cuadrado de Pearson con un p-valor de 0.00 lo que indica que existe relación entre la dosis optima y nivel de resiliencia, variable resiliencia. En la presente investigación también se determinó de la misma manera posterior a la prueba estadística donde se afirma que el nivel de resiliencia fue buena, pero en los tratamientos T1, T4, T5 y T7 se observa una mejor resiliencia, por parte de la planta Zoyzya Japónica (grass japonés), lo que guarda relación con la dosis optima de vermicompost.

#### **4.2. Conclusiones**

- La elaboración de vermicompost a base de: Harina de huesos y cabello humano, redujo la concentración de sales del suelo salino hasta en un 50% en un mes de evaluación, teniendo mejor rendimiento que el vermicompost convencional y el Sulfato de Calcio  $\text{CaSO}_4$ .
- El análisis de suelo salino determino que presentaba una CE inicial de 6.11 dS/m lo cual lo consideraba como un suelo moderadamente salino, y presentaba una M.O de 0.37% lo cual generaba que las plantas no crezcan de una manera adecuada, para el final de esta investigación la CE del suelo fue de 1.37 dS/m convirtiendo al suelo en no salino. Los tratamientos T4, T5 y T6 tuvieron un alto rendimiento, esto fue generado por las propiedades que brindo el vermicompost mejorado, los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron un rendimiento menor pero similares a los tratamientos de vermicompost mejorado, el T0 que fue 100% suelo salino, no tuvo un buen rendimiento en las propiedades químicas ni en el crecimiento del grass japonés, el T7 también presento un buen rendimiento, pero menor al que presento el T4.

- La dosis óptima de vermicompost mejorado fue de 3% perteneciente al T4, este fue el tratamiento que redujo en mayor proporción la CE del suelo, llegando a presentar una reducción de hasta un 47.56%, además presentó la mejor tonalidad de verde en la evaluación de grass japonés, no habiendo diferencia entre sus repeticiones.
- La dosis óptima de vermicompost guardó relación con el nivel de densidad en el grass japonés, ya que, el tratamiento que redujo en mayor cantidad las sales del suelo fue el T4 además de ser el que presentó mejor cobertura vegetal, siendo esta de: 56.79%, y presentó un buen nivel de resiliencia (1.16 cm).

### **4.3. Recomendaciones**

- Para la elaboración de vermicompost se debe realizar un monitoreo de manera diaria a la temperatura (C°), ya que, esta debe oscilar entre los 25C° y 28C°, de ser más elevada puede generar estrés entre las lombrices rojas californianas, afectando a su rendimiento.
- Se debe realizar el tamizado de vermicompost con una malla de 2mm para que no pasen restos de residuos orgánicos y las lombrices no se queden atrapadas dentro de la malla.
- Se debe regar el grass japonés todos los días durante la primera semana de trasplante, ya que, esto ayuda a que pueda pegarse al suelo y evita que el grass se reseque y pierda sus propiedades naturales.
- Para el regado del grass japonés se debe medir la CE del agua que se utilizará, para que de esta manera se mida el nivel de salinidad en el que se encuentra y su grado de

duresa, de presentar el agua una CE elevada, se recomienda verter el agua en una tina un día antes del regado y utilizar solo la parte que se encuentra encima.

- Para realizar el monitoreo de densidad, se debe colocar el celular en un trípode a una altura de 15 cm y en posición estable para que el movimiento no afecte el porcentaje de cobertura vegetal.
- El monitoreo de color debe realizarse siempre en un horario fijo y cuando las hojas estén secas, para que la humedad no afecte el cambio de tonalidad y se muestre la realidad.

## REFERENCIAS

Acosta, C. (2006). *El suelo agrícola, un ser vivo*. Artículo agrónomo. Recuperado de:

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/El%20suelo%20vivo.pdf>

(Fecha de acceso 21/04/19).

AGROMÁTICA (2016). *Zoysia japónica, hablemos de césped*. Artículo agrónomo.

Recuperado de: <https://www.agromatica.es/zoysia-japonica-hablemos-de-césped/>.

(Fecha de acceso 25/03/20).

Agrosal. (2015). Origen de la salinidad. Artículo Químico. Recuperado de:

<http://agrosal.ivia.es/definicion.html> (Fecha de acceso 21/04/19).

Aguirre, V. (2016). *“Exploración de fuentes orgánicas y minerales no convencionales como alternativas para la fertilización de cultivos”*. Tesis para el grado de Agricultor

Sustentable.

Recuperado

de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2708/F04-A348->

[T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2708/F04-A348-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y) ( Fecha de acceso 03/05/19).

Alcaraz, F. (2012). *Salinidad y Vegetación*. Recuperado de:

<https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema18.pdf> ( Fecha de acceso

24/04/19).

Arevalo, W. (2020). *La vegetación como función ambiental de los parques en ciudades del desierto costero peruano - estudio de caso. Lima Norte - 2016 – 2019*. Recuperado

de:

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16157/Arevalo\\_gw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16157/Arevalo_gw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bandera, R. (2013). Rehabilitación de suelos salino-sódicos: evaluación de enmiendas y de especies forrajeras. Buenos Aires-Argentina. Recuperado de: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2013banderaramiro.pdf>

Bárbaro, L., Karlanian, M. & Mata, D, (2016). *Importancia del pH y Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Informe para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_importancia\\_del\\_ph\\_y\\_la\\_conductividad\\_elctrica.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf) (Fecha de acceso 11/11/18).

Barrientos, L y Rojas, D. (2020). Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquetera - Villa María del Triunfo. Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental. Recuperado de: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3286/Leonor\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3286/Leonor_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y) (Fecha de acceso 24/05/22)

Blanquet, B. (2007). Escala de cobertura vegetal. Recuperado de: <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/ESCALAS%20DE%20BRAUN-BLANQUET.pdf> (Fecha de acceso 27/05/19)

Carbotecnia. (2019). *Sólidos Disueltos Totales (SDT)*. Guadalajara-México, Water Quality. Recuperado de: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/solidos-disueltos-totales-tds/> (Fecha de acceso 04/08/19)

- Carranza, J. (2016). *Evaluación de tres dosis de siembra de cynodon dactylon var. black jack como formadora de césped en Trujillo, La Libertad*. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4166/CARRANZA%20LOZADA%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Fecha de acceso 27/05/19)
- Chiquito et al. (2018). *Crecimiento de plántulas de tomate (Solanum lycopersicum L.) tratadas con humato de vermicompost*. Texoco-Mexico. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342018000804187&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342018000804187&script=sci_arttext)
- Cocteno (2015). *Análisis del tamiz del suelo*. Guía de análisis, Mexico. Recuperado de: <https://www.cotecno.cl/analisis-del-tamiz-del-suelo-guia-completa/#:~:text=Antes%20de%20tamizar%2C%20el%20suelo,con%20un%20agitador%20del%20tamiz.>
- Domínguez et all. (2014). *Propiedades bioplaguicidas del vermicompost*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/49613644\\_Propiedades\\_bioplaguicidas\\_del\\_vermicompost](https://www.researchgate.net/publication/49613644_Propiedades_bioplaguicidas_del_vermicompost) (Fecha de acceso 27/04/19)
- Duran, L y Henríquez. C. (2010). *Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (eisenia foetida) en cinco sustratos orgánicos*. Costa Rica. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279011>
- EcuRed. (2015). *Suelo Agrícola*. Revista Agrónoma. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/Suelo\\_agr%C3%ADcola](https://www.ecured.cu/Suelo_agr%C3%ADcola) (Fecha de acceso 21/04/19).

- Espejo, Rafael. (2016). *Importancia del suelo como recurso natural en los ecosistemas agrarios*. Artículo agrónomo. Recuperado de:  
[http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs%202016/1998972102\\_doc\\_REspejo.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs%202016/1998972102_doc_REspejo.pdf) (Fecha de acceso 21/04/19)
- FAO. (2019). *El Manejo de Suelos Afectados por Salinidad*. Portal de suelos. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/es/> (Fecha de acceso 21/04/19)
- FAO. (2015). *Evaluación y medición del cultivo*. Artículo agrónomo. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s06.htm> (Fecha de acceso 20/04/19)
- FAO. (2014). *Funciones de los elementos en la planta*. Artículo forestal. Recuperado de:  
[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf) (Fecha de acceso 02/04/20)
- Flores, F. (2017). *Maíz, Actualización 2017*. Informe de actualización técnica. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_mj\\_publicacion\\_maiz\\_2017.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mj_publicacion_maiz_2017.pdf) (Fecha de acceso 11/11/18)
- Fuentes, J. (2014). *La crianza de la lombriz roja*. Informe de investigación. Recuperado de:  
<http://ramonhaya.webcindario.com/lombriz.pdf> (Fecha de acceso 06/12/18).
- Gabriel, et all. (2011). *Efecto de la Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa*. Artículo Científico. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S207292942011000200004&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S207292942011000200004&script=sci_abstract) (Fecha de acceso 21/04/19).

Gallar, F. (2017). *La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia*. Trabajo de Ingeniería agroalimentaria. Valencia, España. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94368/GALLART%20-%20La%20conductividad%20el%C3%A9ctrica%20del%20suelo%20como%20indicador%20de%20la%20capacidad%20de%20uso%20de%20los%20suelo....pdf?sequence=1> (Fecha de acceso 26/11/18)

GLOBE. (2005). *Protocolo del pH del suelo*. Revista agrónoma, Argentina. Recuperado de: [http://www.globeargentina.org/guia\\_del\\_maestro\\_web/suelos/protocolos/protphdelsuelo.pdf](http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/suelos/protocolos/protphdelsuelo.pdf) (Fecha de acceso 18/11/18)

Google Maps. (2019). *Imagen satelital de la localidad de Puerto Viejo*. Recuperado de: <https://www.google.com/maps/place/Playa+Puerto+Viejo/@-12.5697695,-76.7133078,2462m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91057147beecb16d:0x98e5c6bb5f6b1ff1!8m2!3d-12.5759454!4d-76.7120064>

GRAMA. (2010). *Manual de Gestión de Vermicompost*. Recuperado de: <https://www.asociaciongrama.org/documentacion/manuales/Manual%20de%20Vermicompostaje%20GRAMA.pdf> (Fecha de acceso 20/04/19)

Hanco, C. (2017). *Desalinización con Betarraga (Beta Vulgaris L.) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017*. Tesis para optar el grado de bachiller en Ingeniería Ambiental. Recuperado

de:[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3539/Hancco\\_OCC.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3539/Hancco_OCC.pdf?sequence=1) (Fecha de acceso 21/10/18)

Hernández, J. (2011). *Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos*.

Tesis para obtener el grado de ingeniero agrónomo, España. Recuperado de:  
[http://oa.upm.es/14869/1/JACQUELINE\\_HERNANDEZ\\_ARAUJO.pdf](http://oa.upm.es/14869/1/JACQUELINE_HERNANDEZ_ARAUJO.pdf) (Fecha de  
acceso 04/11/18)

INEI. (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda*. Recuperado de:

<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/Pobreza/> (Fecha de acceso 04/11/18)

IPSOS. (2018). *Estadística Poblacional: el Perú en el 2018*. Recuperado de:

<https://www.ipsos.com/es-pe/estadistica-poblacional-el-peru-en-el-2018> (Fecha de  
acceso 04/11/18)

Jácome, G. (2008). *Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos  
fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y Trichoderma spp,  
como agentes aceleradores de compostaje*. (Tesis de pregrado). Recuperado de:

[http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/29/2/123%20ARTICULO  
%20CIENTIFICO.pdf](http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/29/2/123%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf) (Fecha de acceso 04/08/19)

Jiménez, A. (2018). *Reducción de la salinidad de suelos influenciados por la corriente  
marina mediante el uso del lixiviado de vermicompost y extracto de cladodio de tuna*

(*opuntia ficus indica*), Huarney, 2018. Tesis para título de Ingeniera Ambiental.  
Lima-Perú. Recuperado de: [file:///C:/Users/user/Downloads/Jimenez\\_AAMDLP.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Jimenez_AAMDLP.pdf)  
(Fecha de acceso 21/04/19)

- Lamz *et al.* (2013). *La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata.* Recuperado de:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000400005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005)  
(Fecha de acceso 31/03/20)
- Mahmoud & Ibrahim. (2012). *Efecto del vermicompost y sus mezclas con los residuos del tratamiento de agua sobre las propiedades químicas del suelo y el crecimiento de la cebada.* Recuperado de:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-95162012000300005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162012000300005) (Fecha de acceso 17/06/19).
- MINAGRI. (2010). *Ministerio de Agricultura y Riego.* Recuperado de:  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/inicio> (Fecha de acceso 21/10/18)
- MINAM. (2014). *Guía para el muestreo de suelo.* Recuperado de:  
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf> (Fecha de acceso 20/04/19)
- Ministerio de España, (2015). *Iniciación al Compostaje y Vermicompostaje doméstico.* Revista agrónoma. España. Recuperado de: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/aderlan/documentos/EJESTotal/EJE4/compost%20y%20vermicompost.pdf> (Fecha de acceso 18/11/18)
- Mogollón, J. (2014). *Efecto del uso del vermicompost para la biorremediación de suelos salino-sódicos del estado Falcón.* Investigación para doctorado en Ciencias Ambientales. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/270904103\\_EFEECTO\\_DEL\\_USO\\_DEL](https://www.researchgate.net/publication/270904103_EFEECTO_DEL_USO_DEL)

[VERMICOMPOST PARA LA BIORREMEDIACION DE SUELOS SALINO-  
SODICOS DEL ESTADO FALCON](#) (Fecha de acceso 21/04/19)

- Mogollón., Martínez. & Torres. (2015). *Efecto de la aplicación de un vermicompost en las Propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano*. Recuperado de:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n4/v64n4a05.pdf> (Fecha de acceso 04/11/18)
- Monje, R. (2008). *Céspedes Ornamentales y Deportivos*. Edit. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Recuperado de:  
<https://www.amazon.com/C%C3%89SPEDES-ORNAMENTALES-DEPORTIVOS-PRECIO-DOLARES/dp/B00GMLSWTC> (Fecha de acceso 17/06/19).
- Molina, J. (2005). *La Materia Orgánica del Suelo*. Recuperado de:  
<https://www.monografias.com/trabajos87/materia-organica-del-suelo/materia-organica-del-suelo.shtml> (Fecha de acceso 13/05/19)
- Morris, K. (2006). *Una guía para las clasificaciones de céspedes NTEP*. Recuperado de:  
<https://www.ntep.org/ntep/reports/ratings.htm#quality> (Fecha de acceso 27/05/19)
- Munera, G. & Meza, D. (2011). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Programa de tecnología química laboratorio de análisis de suelos. Pereira, Colombia. Recuperado de:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5248/el%20fosforo%20elemento.pdf> (Fecha de acceso 18/11/18)

Neira, M. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación.* Recuperado de:

[http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira\\_m/sources/neira\\_m.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf) (Fecha de acceso 13/05/19)

Pacheco (2016). *Efecto de tres diferentes residuos orgánicos en el pH, CE e infiltración, en un suelo salino sódico.* Acapulco-Mexico. Recuperado de:

<http://tlamati.uagro.mx/t7e2/720.pdf>

Pastor. (2014). *Efecto del uso del vermicompost para la biorremediación de suelos salino-sódicos del estado Falcón.* Recuperado de:

[http://www.academia.edu/10198151/Efecto del Uso del Vermicompost para la Biorremediaci%C3%B3n de Suelos Salino-S%C3%B3dicos del Estado Falc%C3%B3n](http://www.academia.edu/10198151/Efecto_del_Uso_del_Vermicompost_para_la_Biorremediaci%C3%B3n_de_Suelos_Salino-S%C3%B3dicos_del_Estado_Falc%C3%B3n) (Fecha de acceso 04/11/18)

Perú Ecológico. (2015). *Propiedades Físicas del Suelo.* Artículo Agrónomo. Recuperado de:

[http://www.peruecologico.com.pe/lib\\_c18\\_t03.htm](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t03.htm) (Fecha de acceso 21/04/19)

Portocarrero, L. (2019). “SUSTRATOS RECICLADOS Y AISLANTES EN EL CRECIMIENTO DE DOS CÉSPEDES (Cynodon dactylon y Paspalum vaginatum) BAJO SISTEMA DE TEPES EN VIVERO”. Recuperado de:

[http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4022/portocarrero\\_tantavilca-liz-kelly.pdf?sequence=1](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4022/portocarrero_tantavilca-liz-kelly.pdf?sequence=1)

Ramos, C., Sepúlveda, J., Berbegall, F. & Romero, P. (2017). *Determinación rápida de nitrato en suelos agrícolas y en aguas.* Revista Agraria. Recuperado de:

[http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/162455759/Nota+t%C3%A9cnica\\_D](http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/162455759/Nota+t%C3%A9cnica_D)

[eterminaci%C3%B3n+r%C3%A1pida+de+nitrato+en+suelos+agr%C3%ADcolas+y+en+aguas.pdf/55388b7a-4ce5-4bc5-89c5-56ab429801af](#) (Fecha de acceso 04/11/18)

Ramírez (2016). *Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de golf-San Bartolo, Lima*. Tesis para optar el título de ingeniera agrícola. Recuperado de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2482/P11-R3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, A. (2016). *“Producción de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y su efecto en el cultivo de albahaca (ocimum basilicum l.)*. Tesis para obtener el título de Ingeniera Ambiental. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/926/Rivera\\_GAG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/926/Rivera_GAG.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Fecha de acceso 03/05/19)

Sampieri et all. (2006). *Metodología de la investigación*. Recuperado de: [https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf) (Fecha de acceso 23/04/19)

Santana y Turpo (2021). *Remediación de suelos salinos con vermicompost elaborado a partir de residuos industriales del olivo en un fundo del distrito de la Yarada - Los Palos, Tacna, 2021*. Tesis para optar el grado de Ingeniera Ambiental. Tacna, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2105/Santana-Flor-Turpo-Carcausto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez (2018). *Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, Eisenia foetida y Lumbricus sp., en la Provincia de Arequipa*. Recuperado de:

[http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4777?fbclid=IwAR1TtpGMZADXdwoueDuV0Ty6yhoRJBZf4Svc5QTjhl0Jv\\_f76uJLRiY8Hc](http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4777?fbclid=IwAR1TtpGMZADXdwoueDuV0Ty6yhoRJBZf4Svc5QTjhl0Jv_f76uJLRiY8Hc)

Sales, B. (2006). *Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú, departamento de Ucayali, e influencia de su uso y manejo en el secuestro del carbono*. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Químicas. Sevilla, España. Recuperado de:

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/66313/4/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20de%20suelos.pdf> (Fecha de acceso 18/11/18)

Salvado, D. (2016). *Tipos de muestreo*. Recuperado de:

<http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf> (Fecha de acceso 18/11/18)

Santillán, A. (2021). *Resiliencia de la cobertura vegetal en el Suroeste de México ante los efectos del cambio climático*. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332021000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332021000200003)

Silva Arroyabe. S & Correa Respreto. F. (2009). *Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica*. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf> (Fecha de acceso 16 de setiembre del 2018)

Torres, O. (2017). *Compostaje de cabello humano utilizando microorganismos eficientes en la Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho 2017*. Tesis de título. Lima-

Perú. Recuperado de:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24609/Torres\\_LO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24609/Torres_LO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

UNAM. (2012). *Cabello humano como abono para rábanos rojos (raphanus sativus l.)*.

Artículo biológico. Recuperado de:

[https://feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria239\\_01\\_cabello\\_humano\\_como\\_abono\\_para\\_rabanos\\_rojos\\_rapha.pdf](https://feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria239_01_cabello_humano_como_abono_para_rabanos_rojos_rapha.pdf) (Fecha de acceso 02/04/20)

Vargas y Viera (2019). *Recuperación de suelos salinos mediante el vermicompost y las bacterias halófilas, en el distrito de San Bartolo, 2019*. Tesis para optar el grado académico de Ingeniera Ambiental. Lima-Perú. Recuperado de:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53986/Vargas\\_SKA-Viera\\_BAS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53986/Vargas_SKA-Viera_BAS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vásquez (2018). *Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de Gypsophila paniculata*. Trujillo-Perú. Recuperado de:

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1732/1703>

Venegas, A. (2010). *Aprovechamiento del desecho de huesos de res para la obtención de harina de hueso en la fábrica FEDERER*. (Tesis de pregrado). Recuperado de:

[https://www.academia.edu/7023255/Harina\\_de\\_huesos\\_PDF](https://www.academia.edu/7023255/Harina_de_huesos_PDF) (Fecha de acceso 04/08/19)

Vicuña et al. (2021). *Influencia del vermicompost y sus lixiviados sobre la germinación de hortalizas en un suelo sódico*. Cañar- Ecuador. Recuperado de:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8>

## ANEXOS

**Tabla 44.** Ficha de recolección de datos

Muestra	Coordenadas		Profundidad (cm)	Peso (kg)	Temperatura (T° C)	Fecha	Hora
	E	N					
<b>M1</b>	315314	860818	30 cm	3 kg	24 C°	04/05/19	15:55
<b>M2</b>	315303	8608031	30 cm	3 kg	30 C°	04/05/19	16:13
<b>M3</b>	315266	8607983	30 cm	3 kg	27 C°	04/05/19	16:29
<b>M4</b>	315240	8607921	30 cm	3 kg	30 C°	04/05/19	16:35
<b>M5</b>	315223	8607866	30 cm	3 kg	25 C°	04/05/19	16:53
<b>M6</b>	315264	8607929	30 cm	3 kg	25 C°	04/05/19	17:09
<b>M7</b>	315335	8608093	30 cm	3 kg	27 C°	04/05/19	17:17
<b>M8</b>	315336	8608158	30 cm	3 kg	30 C°	04/05/19	17:34
<b>M9</b>	315359	8608221	30 cm	3 kg	25 C°	04/05/19	17:48
<b>M10</b>	315362	8608211	30 cm	3 kg	25 C°	04/05/19	18:03

**Tabla 45.** Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es el efecto del vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano en el establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés) en suelo salino?</p> <p><b>Problemas Específico 1:</b> ¿Bajo qué condiciones se llevará a cabo la elaboración de vermicompost convencional y mejorado a base de harina de huesos y cabello humano?</p> <p><b>Problemas Específico 2:</b> ¿Cuál es la concentración óptima de vermicompost modificado para obtener una reducción significativa de sales en el establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés), en comparación con el vermicompost convencional?</p> <p><b>Problemas Específico 3:</b> ¿Cuál es el efecto de la concentración óptima de vermicompost modificado sobre el nivel de densidad de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés)?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Conocer el efecto de vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano en el establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés) en suelo salino.</p> <p><b>Objetivos Específico 1:</b> Establecer las condiciones adecuadas para la elaboración de vermicompost convencional y mejorado a base de harina de huesos y cabello humano.</p> <p><b>Objetivos Específico 2:</b> Determinar la concentración óptima de vermicompost modificado y obtener una reducción significativa de sales en el establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés), en comparación con el vermicompost convencional.</p> <p><b>Objetivos Específico 3:</b> Evaluar el efecto de la concentración óptima de vermicompost modificado sobre el nivel de densidad de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés).</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El vermicompost elaborado con harina de huesos y cabello humano permite el adecuado establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés) en suelo salino.</p> <p><b>Hipótesis Específica 1:</b> La elaboración de vermicompost convencional y modificado a base de harina de huesos y cabello humano bajo condiciones adecuadas será beneficioso para el suelo salino.</p> <p><b>Hipótesis Específica 2:</b> La concentración óptima de vermicompost modificado genera una mejor reducción de sales en el suelo a partir del establecimiento de <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés) a comparación del vermicompost convencional.</p> <p><b>Hipótesis Específica 3:</b> La concentración óptima de vermicompost modificado tiene un efecto positivo sobre el nivel de densidad del <i>Zoyzia japónica</i> (grass japonés).</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> El tipo de investigación que se adapta al presente trabajo es <b>aplicativo</b>.</p> <p><b>Método de Investigación:</b> El método de investigación es <b>cuantitativo</b>.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Para el presente trabajo de investigación de acuerdo a su naturaleza corresponde el diseño <b>experimental</b>.</p> <p><b>Técnica:</b> Se aplicará la técnica de recolección de datos (instrumento) y observación científica. Para el procesamiento de los datos se hará uso del paquete estadístico SPSS versión 24, se hará un análisis de varianza, prueba de comparación de medias de Tukey y Chi cuadrado</p> <p><b>Muestra:</b> Por la naturaleza del problema y la hipótesis asumida, la muestra ha sido seleccionada de manera sistemática, siendo esta tomada de ¼ de hectárea (2500 m) de los suelos agrícolas de Puerto Viejo.</p>

**Tabla 46.** Matriz de Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
<b>Variable Independiente:</b> Características físicas y químicas de sustratos	El análisis físico y químico realizado a los tratamientos determina la influencia que tienen los sustratos que se han agregado y si estos generan un efecto positivo en la muestra control. (FAO, 2019, p.1)	El análisis de tratamientos se realizó en el laboratorio de biología de la UPN donde se utilizó proporción 1:1 y se hizo uso de un multiparámetro.	<b>Propiedades Físicoquímicas</b>	Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m
				pH	Proporción 1:1
				STD	dS/m
<b>Variable Dependiente:</b> Calidad de vermicompost	El vermicompost es un abono orgánico considerado como el de más alta calidad en el mundo y capaz de poder reducir la concentración de sales del suelo. Domínguez et al. (2014) menciona que se debe controlar la temperatura y humedad de manera constante a fin de no generar estrés entre las lombrices californianas.	Se realizó vermicompost donde se compost residuos orgánicos con las lombrices californianas y tierra de chacra por un periodo mayor a dos meses, luego se tamizo y se extrajo el vermicompost para posteriormente separar 30 kg de la mezcla total para mezclar con harina de huesos cabello humano y cal agrícola a fin de obtener el vermicompost modificado.	<b>Propiedades Agronómicas</b>	Temperatura	(C°)
				Humedad	Porcentaje (%)
				Materia Orgánica (M.O)	Porcentaje (%)
				NPK	Porcentaje (%)
				Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m
				pH	Proporción 1:1
STD	dS/m				
<b>Variable Interviniente:</b> Efecto sobre <i>Zoyzia japonica</i> (grass japonés).	El grass japonés reúne las cualidades de resistencia, uniformidad y tolerancia a diversas condiciones de sanidad. El hecho de que tenga un crecimiento muy lento, significa una mayor ventaja en cuanto al mantenimiento, por lo que la siega se reduce en gran medida en comparación a otras especies. (Fuentes, 2014, p.1).	Se realizó un monitoreo de manera semanal a cada tratamiento, donde se analizó los parámetros del grass japonés en una hora siempre fija y con cada hoja seca para no alterar el proceso.	<b>Propiedades de pasto</b>	Color	Numeración
				Densidad	Porcentaje (%)
				Resiliencia	Centímetro (cm)

**Tabla 47.** Promedio de pH

Tratamiento 0 (-)						Tratamiento 1					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	8.23	8.36	8.29	8.33	8.35	10 Días	7.21	7.22	7.22	7.26	7.27
20 Días	8.24	8.29	8.27	8.22	8.22	20 Días	7.17	7.2	7.18	7.22	7.25
30 Días	8.24	8.3	8.27	8.24	8.19	30 Días	7.19	7.2	7.18	7.21	7.23
<b>Promedio</b>	<b>8.24</b>	<b>8.32</b>	<b>8.28</b>	<b>8.26</b>	<b>8.25</b>	<b>Promedio</b>	<b>7.19</b>	<b>7.21</b>	<b>7.19</b>	<b>7.23</b>	<b>7.25</b>
Desviación Estándar	0.01	0.04	0.01	0.06	0.09	Desviación Estándar	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02
Tratamiento 2						Tratamiento 3					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	7.23	7.26	7.26	7.21	7.24	10 Días	7.23	7.18	7.19	7.21	7.21
20 Días	7.22	7.25	7.21	7.19	7.23	20 Días	7.19	7.18	7.15	7.2	7.23
30 Días	7.21	7.23	7.24	7.18	7.22	30 Días	7.17	7.2	7.16	7.12	7.25
<b>Promedio</b>	<b>7.22</b>	<b>7.25</b>	<b>7.24</b>	<b>7.19</b>	<b>7.23</b>	<b>Promedio</b>	<b>7.20</b>	<b>7.19</b>	<b>7.17</b>	<b>7.18</b>	<b>7.23</b>
Desviación Estándar	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	Desviación Estándar	0.03	0.01	0.02	0.05	0.02
Tratamiento 4						Tratamiento 5					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	7.16	7.14	7.16	7.13	7.16	10 Días	7.13	7.15	7.17	7.14	7.12
20 Días	7.14	7.01	7.06	7.06	7.08	20 Días	7.02	7.09	7.1	7.12	7.12
30 Días	7.18	7.02	7.03	7.06	7.08	30 Días	7.01	7.08	7.11	7.13	7.12
<b>Promedio</b>	<b>7.16</b>	<b>7.06</b>	<b>7.08</b>	<b>7.08</b>	<b>7.11</b>	<b>Promedio</b>	<b>7.05</b>	<b>7.11</b>	<b>7.13</b>	<b>7.13</b>	<b>7.12</b>
Desviación Estándar	0.02	0.07	0.07	0.04	0.04	Desviación Estándar	0.07	0.04	0.04	0.01	0
Tratamiento 6						Tratamiento 7					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	7.12	7.11	7.11	7.11	7.14	10 Días	8.01	7.98	7.89	7.92	7.98
20 Días	7.02	7.05	7.02	7.04	7.1	20 Días	7.89	7.87	7.67	7.64	7.78
30 Días	7.03	7.05	7.06	7.01	7.1	30 Días	7.83	7.87	7.65	7.64	7.75
<b>Promedio</b>	<b>7.06</b>	<b>7.07</b>	<b>7.06</b>	<b>7.05</b>	<b>7.11</b>	<b>Promedio</b>	<b>7.91</b>	<b>7.91</b>	<b>7.74</b>	<b>7.73</b>	<b>7.84</b>
Desviación Estándar	0.06	0.03	0.05	0.05	0.02	Desviación Estándar	0.09	0.06	0.13	0.16	0.13

**Tabla 48.** Promedio de CE

Tratamiento 0 (-)						Tratamiento 1					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	6.03	5.98	6.04	6.01	5.95	10 Días	2.45	2.37	2.14	2.56	2.18
20 Días	5.35	5.13	5.67	5.23	5.02	20 Días	2.02	1.98	1.89	2.04	1.78
30 Días	5.12	5.04	5.32	5.01	4.78	30 Días	1.96	1.78	1.84	2.04	1.74
<b>Promedio</b>	<b>5.5</b>	<b>5.38</b>	<b>5.68</b>	<b>5.42</b>	<b>5.25</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.14</b>	<b>2.04</b>	<b>1.96</b>	<b>2.21</b>	<b>1.9</b>
Desviación Estándar	0.47	0.52	0.36	0.53	0.62	Desviación Estándar	0.27	0.30	0.16	0.30	0.24
Tratamiento 2						Tratamiento 3					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	3.13	3.01	2.45	2.17	3.03	10 Días	3.02	2.89	2.97	2.56	2.76
20 Días	3.01	2.78	2.23	2.15	2.67	20 Días	2.67	2.45	2.14	1.87	2.22
30 Días	2.98	2.67	2.16	2.11	2.34	30 Días	2.12	2.23	2.16	1.45	2.12
<b>Promedio</b>	<b>3.04</b>	<b>2.82</b>	<b>2.28</b>	<b>2.14</b>	<b>2.68</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.60</b>	<b>2.52</b>	<b>2.42</b>	<b>1.96</b>	<b>2.37</b>
Desviación Estándar	0.08	0.17	0.15	0.03	0.35	Desviación Estándar	0.45	0.34	0.47	0.56	0.34
Tratamiento 4						Tratamiento 5					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	2.65	2.23	2.03	2.42	2.1	10 Días	3.02	3.03	2.89	2.68	2.92
20 Días	1.76	1.34	1.13	1.45	1.02	20 Días	2.45	2.37	1.79	2.03	2.01
30 Días	1.43	1.12	1.08	1.34	0.98	30 Días	2.23	2.15	1.14	1.56	1.78
<b>Promedio</b>	<b>1.95</b>	<b>1.56</b>	<b>1.41</b>	<b>1.74</b>	<b>1.37</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.57</b>	<b>2.52</b>	<b>1.94</b>	<b>2.09</b>	<b>2.24</b>
Desviación Estándar	0.63	0.59	0.53	0.59	0.64	Desviación Estándar	0.41	0.46	0.88	0.56	0.60
Tratamiento 6						Tratamiento 7					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	2.9	3.03	3.01	2.94	3.02	10 Días	3.9	3.84	3.3	3.23	3.04
20 Días	2.12	2.16	1.85	1.56	2.23	20 Días	3.01	3.25	2.67	2.67	2.43
30 Días	2.06	2.14	1.75	1.23	2.12	30 Días	2.86	3.02	2.45	2.23	2.12
<b>Promedio</b>	<b>2.36</b>	<b>2.44</b>	<b>2.20</b>	<b>1.91</b>	<b>2.46</b>	<b>Promedio</b>	<b>3.26</b>	<b>3.37</b>	<b>2.81</b>	<b>2.71</b>	<b>2.53</b>
Desviación Estándar	0.47	0.51	0.70	0.91	0.49	Desviación Estándar	0.56	0.42	0.44	0.50	0.47

**Tabla 49.** Promedio de STD

Tratamiento 0 (-)						Tratamiento 1					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	1.87	1.89	1.89	1.85	1.86	10 Días	2.06	2.03	2.05	2.05	2.09
20 Días	1.82	1.84	1.84	1.79	1.71	20 Días	2.03	2.03	2.01	2.05	2.07
30 Días	1.84	1.85	1.82	1.81	1.74	30 Días	2.02	2.03	2.01	2.05	2.05
<b>Promedio</b>	<b>1.84</b>	<b>1.86</b>	<b>1.85</b>	<b>1.82</b>	<b>1.77</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.04</b>	<b>2.03</b>	<b>2.02</b>	<b>2.05</b>	<b>2.07</b>
Desviación Estándar	0.03	0.03	0.04	0.03	0.08	Desviación Estándar	0.021	0	0.02	0	0.02
Tratamiento 2						Tratamiento 3					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	2.03	2.06	2.03	2.03	2.02	10 Días	2.03	2.03	2.06	2.01	2.05
20 Días	2.01	2.07	2.05	2.03	2.04	20 Días	2.03	2.05	2.03	2	2.02
30 Días	2.04	2.06	2.04	2.03	2.04	30 Días	2.03	2.07	2.03	2.01	2.02
<b>Promedio</b>	<b>2.03</b>	<b>2.06</b>	<b>2.04</b>	<b>2.03</b>	<b>2.03</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.03</b>	<b>2.05</b>	<b>2.04</b>	<b>2.01</b>	<b>2.03</b>
Desviación Estándar	0.02	0.01	0.01	0	0.01	Desviación Estándar	0	0.02	0.02	0.01	0.02
Tratamiento 4						Tratamiento 5					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	2.02	2.01	2.02	1.97	2.97	10 Días	2.01	2.01	2.04	2.03	2.01
20 Días	2.02	2	2.03	1.97	2.96	20 Días	2.01	2.01	2.5	2.03	2.05
30 Días	2.02	2.01	2.03	1.95	2.96	30 Días	2.01	2.03	2.5	2.05	2.05
<b>Promedio</b>	<b>2.02</b>	<b>2.01</b>	<b>2.03</b>	<b>1.96</b>	<b>2.96</b>	<b>Promedio</b>	<b>2.01</b>	<b>2.02</b>	<b>2.35</b>	<b>2.04</b>	<b>2.04</b>
Desviación Estándar	0	0.01	0.01	0.01	0.01	Desviación Estándar	0	0.01	0.27	0.01	0.02
Tratamiento 6						Tratamiento 7					
Fecha	R1	R2	R3	R4	R5	Fecha	R1	R2	R3	R4	R5
10 Días	1.98	1.92	1.93	1.89	1.98	10 Días	1.85	1.87	1.87	1.83	1.82
20 Días	1.96	1.98	1.95	1.91	1.92	20 Días	1.87	1.87	1.89	1.83	1.82
30 Días	1.95	1.99	1.93	1.91	1.92	30 Días	1.87	1.87	1.83	1.81	1.82
<b>Promedio</b>	<b>1.96</b>	<b>1.96</b>	<b>1.94</b>	<b>1.90</b>	<b>1.94</b>	<b>Promedio</b>	<b>1.86</b>	<b>1.87</b>	<b>1.86</b>	<b>1.82</b>	<b>1.82</b>
Desviación Estándar	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	Desviación Estándar	0.01	0	0.03	0.01	0

**Tabla 50.** Ficha de recolección de datos de color en grass japonés

Tratamiento		Semana	Semana	Semana	Semana	Tratamiento		Semana	Semana	Semana	Semana
		1	2	3	4			1	2	3	4
<b>T0</b>	<b>R1</b>	3	3	2	1	<b>T4</b>	<b>R1</b>	5	4	5	5
	<b>R2</b>	2	2	2	1		<b>R2</b>	4	4	5	5
	<b>R3</b>	2	1	1	1		<b>R3</b>	4	4	4	5
	<b>R4</b>	3	2	1	1		<b>R4</b>	4	4	4	5
	<b>R5</b>	3	3	2	1		<b>R5</b>	4	5	4	5
<b>T1</b>	<b>R1</b>	4	3	4	4	<b>T5</b>	<b>R1</b>	3	3	2	4
	<b>R2</b>	3	4	3	4		<b>R2</b>	3	3	3	5
	<b>R3</b>	4	3	4	4		<b>R3</b>	2	3	4	4
	<b>R4</b>	2	3	3	3		<b>R4</b>	2	3	4	4
	<b>R5</b>	4	4	3	4		<b>R5</b>	2	3	4	4
<b>T2</b>	<b>R1</b>	3	3	3	3	<b>T6</b>	<b>R1</b>	3	3	3	3
	<b>R2</b>	3	3	4	3		<b>R2</b>	3	3	2	3
	<b>R3</b>	2	2	3	4		<b>R3</b>	3	2	3	4
	<b>R4</b>	2	2	3	3		<b>R4</b>	2	2	3	3
	<b>R5</b>	2	3	4	4		<b>R5</b>	3	3	2	3
<b>T3</b>	<b>R1</b>	3	3	2	2	<b>T7</b>	<b>R1</b>	3	3	2	4
	<b>R2</b>	3	2	2	2		<b>R2</b>	4	3	3	1
	<b>R3</b>	2	3	3	3		<b>R3</b>	2	3	2	3
	<b>R4</b>	4	3	4	4		<b>R4</b>	2	2	3	3
	<b>R5</b>	2	3	3	3		<b>R5</b>	3	3	3	4

**Tabla 51.** Fijación de nitrógeno de cultivos de arroz en grass japonés

Tratamiento		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Tratamiento		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>T0</b>	<b>R1</b>	1	1	1	1	<b>T4</b>	<b>R1</b>	1	2	2	3
	<b>R2</b>	1	1	1	1		<b>R2</b>	1	2	2	3
	<b>R3</b>	1	1	1	1		<b>R3</b>	1	2	3	3
	<b>R4</b>	1	1	1	1		<b>R4</b>	1	1	2	2
	<b>R5</b>	1	1	1	1		<b>R5</b>	1	2	2	2
<b>T1</b>	<b>R1</b>	1	2	2	2	<b>T5</b>	<b>R1</b>	1	1	2	2
	<b>R2</b>	1	1	2	2		<b>R2</b>	1	2	2	2
	<b>R3</b>	1	1	1	1		<b>R3</b>	1	2	2	2
	<b>R4</b>	1	2	3	3		<b>R4</b>	1	1	1	1
	<b>R5</b>	1	2	2	3		<b>R5</b>	1	1	1	1
<b>T2</b>	<b>R1</b>	1	1	2	1	<b>T6</b>	<b>R1</b>	1	1	1	1
	<b>R2</b>	1	1	1	2		<b>R2</b>	1	1	1	1
	<b>R3</b>	1	2	2	2		<b>R3</b>	1	2	2	2
	<b>R4</b>	1	1	1	1		<b>R4</b>	1	1	2	2
	<b>R5</b>	1	2	2	2		<b>R5</b>	1	2	2	3
<b>T3</b>	<b>R1</b>	1	1	1	2	<b>T7</b>	<b>R1</b>	1	1	2	2
	<b>R2</b>	1	1	2	2		<b>R2</b>	1	1	1	1
	<b>R3</b>	1	1	2	2		<b>R3</b>	1	1	1	1
	<b>R4</b>	1	1	2	2		<b>R4</b>	1	2	2	2
	<b>R5</b>	1	2	2	1.3		<b>R5</b>	1	1	1	2

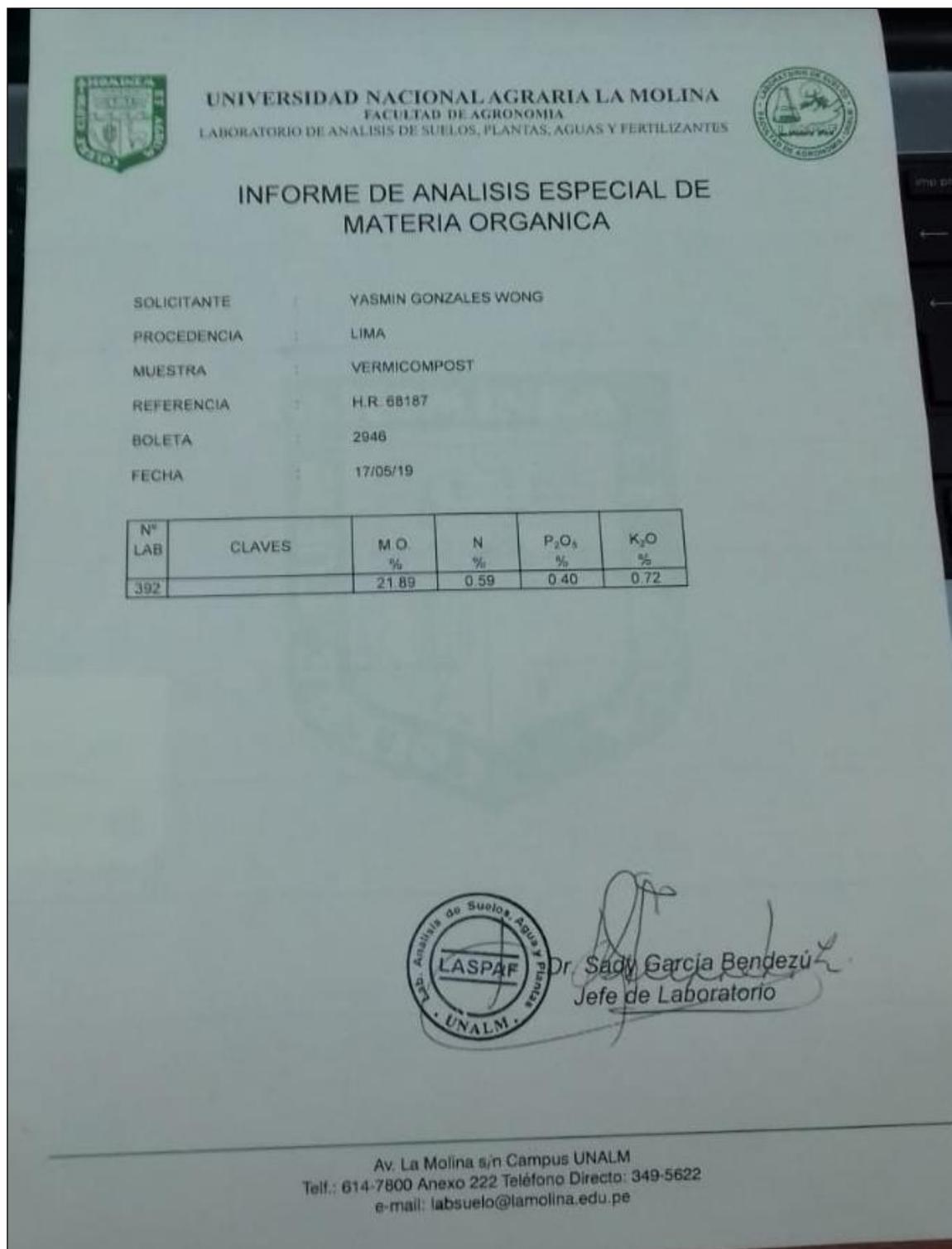
Tratamiento 0 (-)						Tratamiento 1					
Semana	R1	R2	R3	R4	R5	Semana	R1	R2	R3	R4	R5
1	0.8	0.6	0.7	0.5	0.5	1	0.8	1	0.8	0.9	1
2	0.9	0.7	0.8	0.6	0.7	2	0.9	1.1	1.1	1.7	1.3
3	0.9	0.8	1	0.7	0.7	3	1.1	1.5	1.2	1.8	1.6
4	1	0.8	1	0.7	0.9	4	1.2	2	1.3	2.1	2
<b>Promedio</b>	<b>0.9</b>	<b>0.73</b>	<b>0.88</b>	<b>0.63</b>	<b>0.7</b>	<b>Promedio</b>	<b>1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.1</b>	<b>1.63</b>	<b>1.48</b>
Desviación Estándar	0.08	0.1	0.15	0.1	0.16	Desviación Estándar	0.18	0.45	0.22	0.51	0.43
Tratamiento 2						Tratamiento 3					
Semana	R1	R2	R3	R4	R5	Semana	R1	R2	R3	R4	R5
1	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	1	0.8	0.7	0.9	0.7	0.7
2	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7	2	0.9	0.8	1	0.8	0.9
3	1.1	1	0.9	1.1	0.8	3	1.1	0.9	1.2	0.9	1.1
4	1.2	1.1	1	1.2	0.9	4	1.1	1.1	1.3	1.1	1.3
<b>Promedio</b>	<b>0.95</b>	<b>0.93</b>	<b>0.88</b>	<b>0.95</b>	<b>0.75</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.98</b>	<b>0.88</b>	<b>1.1</b>	<b>0.88</b>	<b>1</b>
Desviación Estándar	0.24	0.17	0.1	0.26	0.13	Desviación Estándar	0.15	0.17	0.18	0.17	0.26
Tratamiento 4						Tratamiento 5					
Semana	R1	R2	R3	R4	R5	Semana	R1	R2	R3	R4	R5
1	0.7	0.9	0.9	1	0.8	1	0.7	0.7	0.9	0.7	0.9
2	0.8	1.1	1.2	1.1	0.9	2	0.8	0.9	1.2	0.8	1.1
3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.2	3	0.9	1	1.3	1.1	1.1
4	1.3	1.5	1.3	1.7	1.5	4	0.9	1.2	1.3	1.4	1.2
<b>Promedio</b>	<b>1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.18</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>	<b>Promedio</b>	<b>0.83</b>	<b>0.95</b>	<b>1.18</b>	<b>1</b>	<b>1.08</b>
Desviación Estándar	0.29	0.26	0.19	0.32	0.32	Desviación Estándar	0.1	0.21	0.19	0.32	0.13
Tratamiento 6						Tratamiento 7					
Semana	R1	R2	R3	R4	R5	Semana	R1	R2	R3	R4	R5
1	0.6	0.7	0.7	0.9	0.8	1	0.9	1	1	0.8	1.1
2	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	2	1.2	1.2	1.5	1.2	1.3
3	0.9	1.1	0.9	1.1	1	3	1.6	1.3	1.7	1.7	1.7
4	1.1	1.3	1.1	1.4	1.3	4	1.9	1.5	2.1	2.2	1.8
<b>Promedio</b>	<b>0.85</b>	<b>0.98</b>	<b>0.88</b>	<b>1.08</b>	<b>1</b>	<b>Promedio</b>	<b>1.4</b>	<b>1.25</b>	<b>1.58</b>	<b>1.48</b>	<b>1.48</b>
Desviación Estándar	0.21	0.28	0.17	0.24	0.22	Desviación Estándar	0.44	0.21	0.46	0.61	0.33



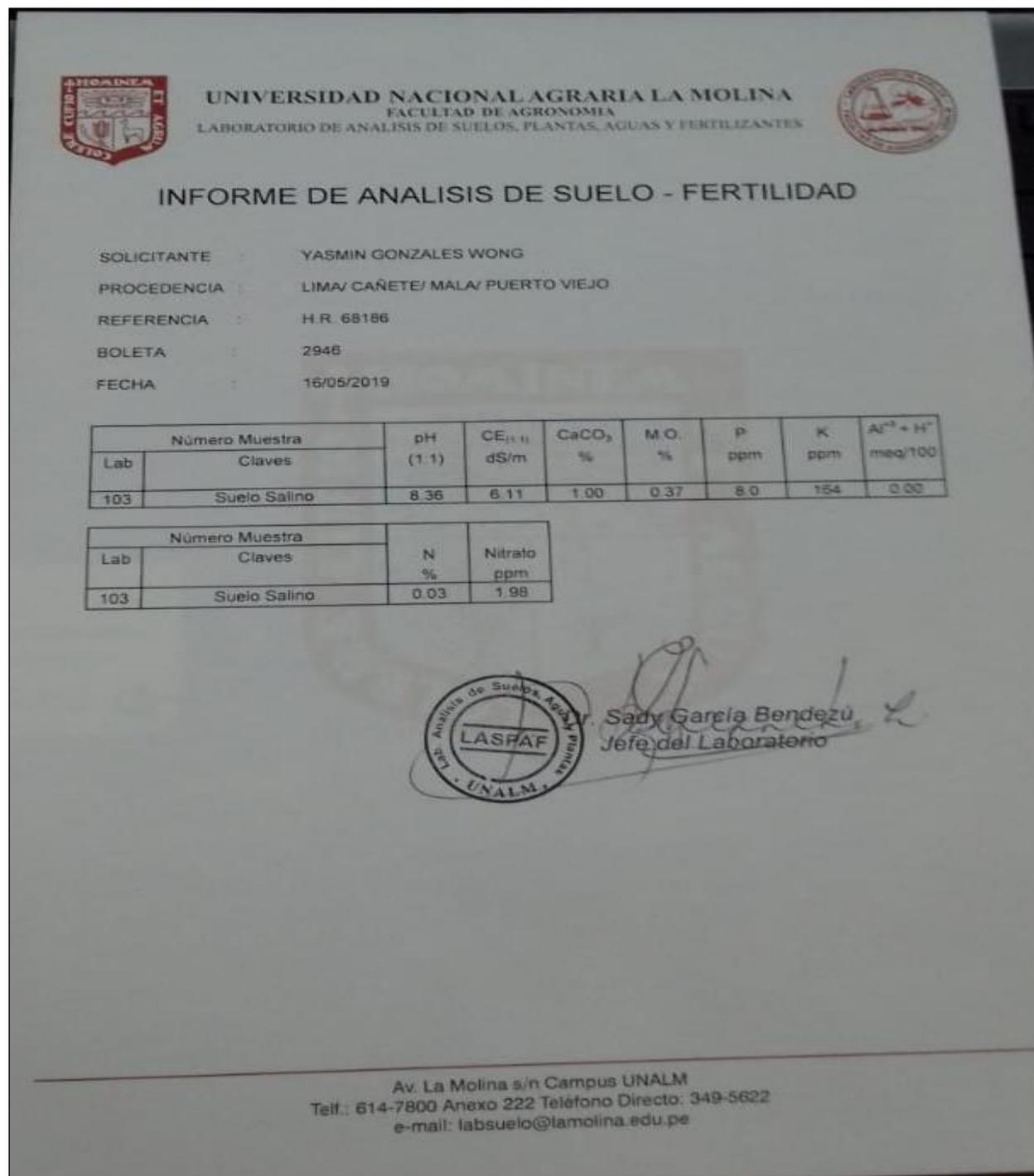
**Figura 230.** Área agrícola de Puerto Viejo



**Figura 231.** Grass japonés (1ra semana)



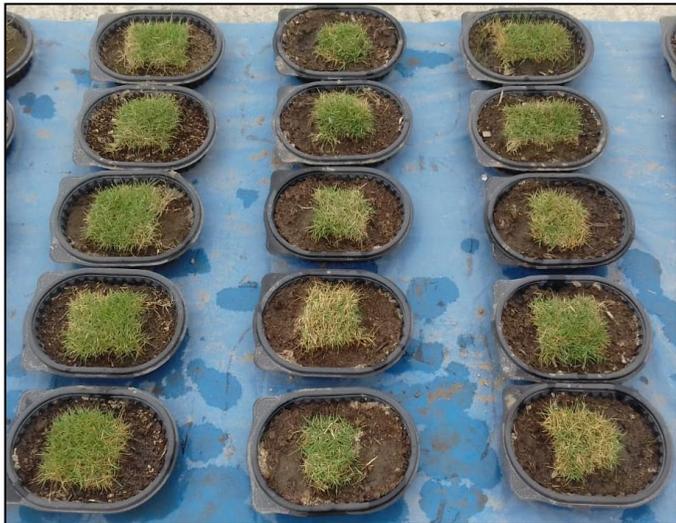
**Figura 232.** Análisis fisicoquímico de vermicompost



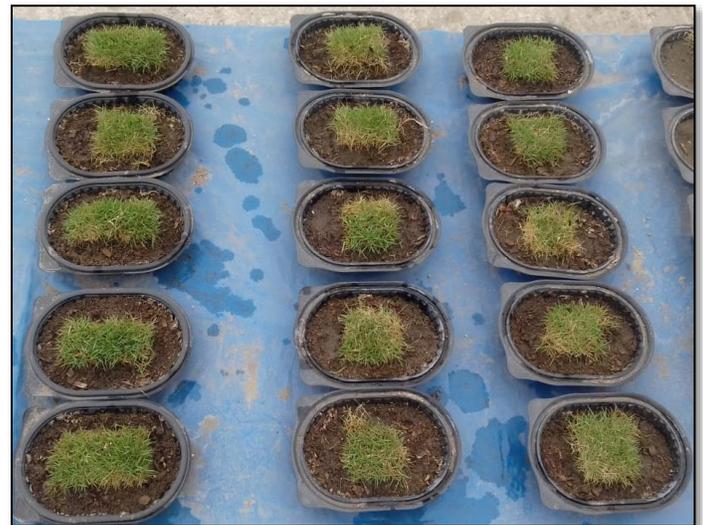
**Figura 233.** Análisis de fertilidad de suelo salino



**Figura 234.** T0 después de un mes



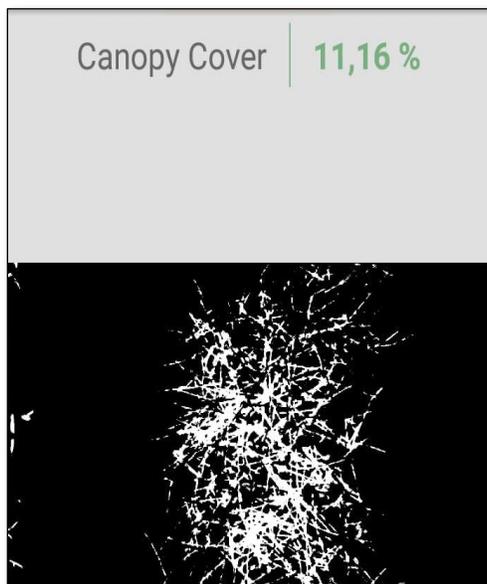
**Figura 236.** T1, T2 y T3 después de un mes



**Figura 235.** T4, T5 y T6 después de un mes



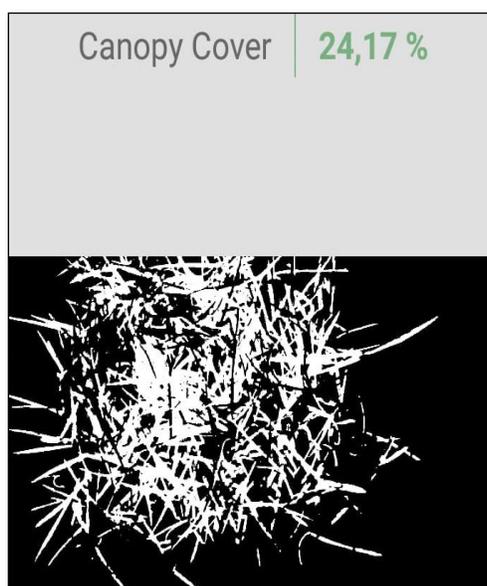
**Figura 237.** T7 después de un mes



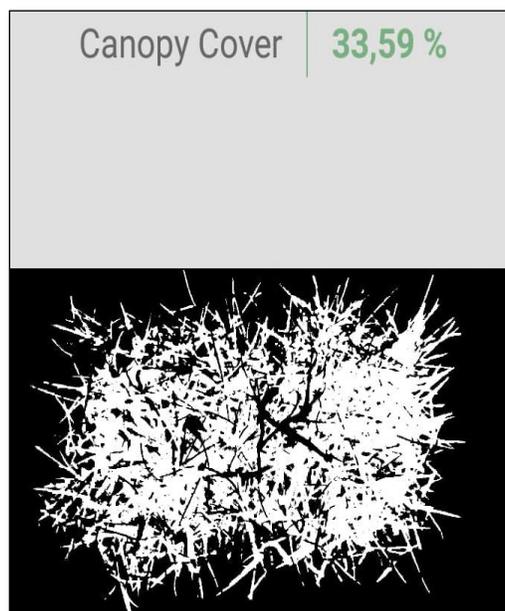
**Figura 238.** Cobertura vegetal en T0



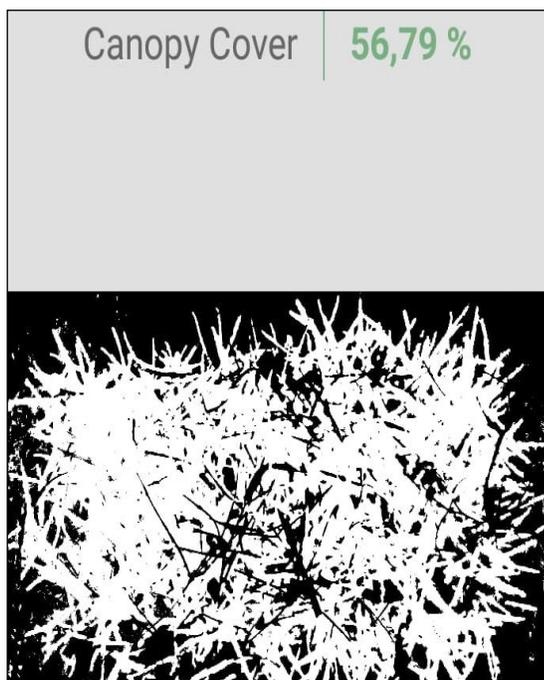
**Figura 239.** Cobertura vegetal en T1



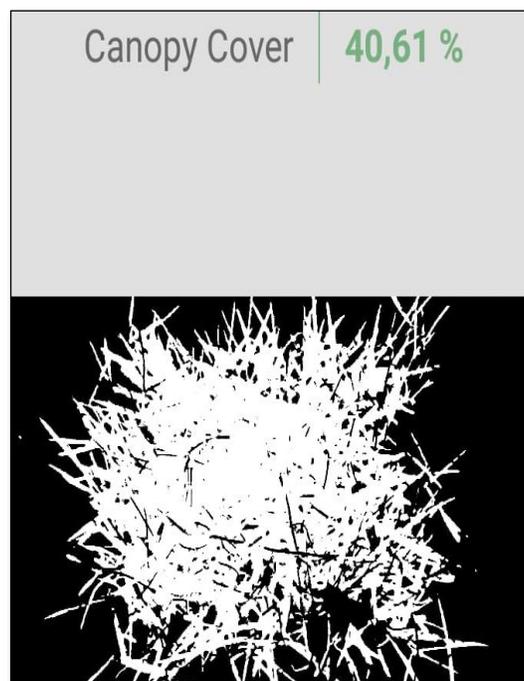
**Figura 241.** Cobertura vegetal en T2



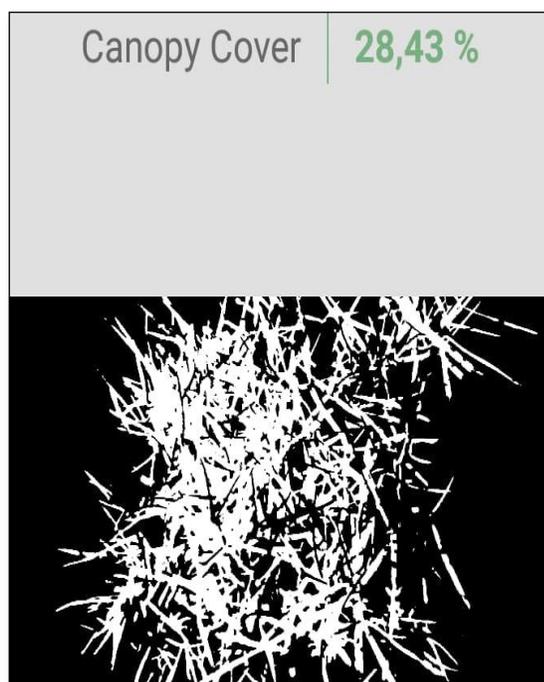
**Figura 240.** Cobertura vegetal en T3



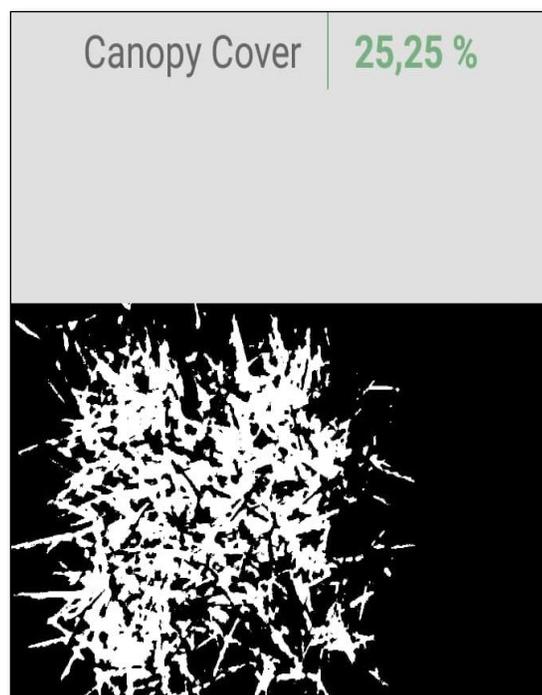
**Figura 242.** Cobertura vegetal en T4



**Figura 243.** Cobertura vegetal en T5



**Figura 245.** Cobertura vegetal en T6



**Figura 244.** Cobertura vegetal en T7