

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“MEJORAMIENTO DEL SUELO DE BAJA  
PRODUCTIVIDAD, TRAS LA APLICACIÓN DEL  
BIOCHAR A BASE DE LA MALEZA OBTENIDA DE  
LA PODA DE ÁREAS VERDES, DEL DISTRITO  
DE SANTA ROSA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Ambiental**

**Autores:**

Mayra Maruja Campos Robles  
Elisset Esperanza Fajardo Franco

**Asesor:**

Mg. Lic. Leonidas Fernando Contreras Blanco  
<https://orcid.org/0000-0002-6459-0412>

Lima - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Elifio Gustavo Castillo Gomero</b>	<b>07594283</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Javier Chumán López</b>	<b>45997406</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Carlos Alberto Alva Huapaya</b>	<b>06672420</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

tesis

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas       Activo       Excluir coincidencias < 1%  
 Excluir bibliografía       Activo

## **DEDICATORIA**

Dedicamos nuestra tesis a nuestros padres, por su sacrificio y esfuerzo, por educarnos y darnos una carrera y por creer en nuestra capacidad pues sin ellos no hubieramos logrado nada.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirnos tener una familia unida, por apoyarnos en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser.

Gracias a nuestras familias por permitirnos cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis, la ayuda que nos han brindado ha sido sumamente importante, estuvieron a nuestro lado en los momentos más difíciles y por motivarnos en todo momento.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	27
1.3. OBJETIVOS.....	28
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	28
<b>1.3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>28</b>
1.4. HIPÓTESIS.....	28
1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	28
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>30</b>
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS) .....	30
<b>2.2.1 POBLACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2 MUESTRA .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.3 MATERIALES.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.4. INSTRUMENTOS.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3. PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>37</b>

<b>2.6 ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL SUELO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 RESULTADO DEL POTASIO POSITIVO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 RESULTADOS DEL NITRÓGENO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4. RESULTADO DEL FOSFORO .....</b>	<b>47</b>
<b>3.5. RESULTADO DEL POTASIO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.7 RESULTADO DEL PH.....</b>	<b>58</b>
<b>3.8 RESULTADO DEL MATERIA ORGÁNICA .....</b>	<b>61</b>
<b>3.9 RESULTADO DEL CARBONATO DE CALCIO .....</b>	<b>65</b>
<b>3.10 RESULTADO DEL CALCIO .....</b>	<b>68</b>
<b>3.11 RESULTADO DEL MAGNESIO .....</b>	<b>72</b>
<b>3.12 RESULTADO DEL CARBONATO DEL SODIO.....</b>	<b>75</b>
<b>3.13 RESULTADO DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO - CIC .....</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>4.1. DISCUSIÓN.....</b>	<b>83</b>
<b>4.2. CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>
<b>POBLACIÓN: TODOS LOS SUELOS DE BAJA PRODUCTIVIDAD, PROVENIENTES DEL DISTRITO DE SANTA ROSA. ....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Materiales de la investigación</b> .....	31
<b>Tabla 2.</b> Características iniciales del los suelos de baja productividad .....	40
<b>Tabla 3.</b> Características del biochar a base de maleza de poda .....	40
<b>Tabla 4.</b> Muestra de Datos de potasio positivo .....	41
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Normalidad para el Potasio Positivo .....	42
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Anova para el Potasio Positivo .....	42
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Tukey para el Potasio Positivo .....	43
<b>Tabla 8.</b> Muestra de Datos del nitrógeno .....	44
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Normalidad para el Nitrógeno .....	45
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Anova para el Nitrógeno .....	45
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Tukey para el Nitrógeno .....	46
<b>Tabla 12.</b> Muestra de Datos de Fosforo .....	47
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Normalidad para el Fósforo .....	48
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Anova para el Fósforo .....	49
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Tukey para el Fósforo .....	50
<b>Tabla 16.</b> Muestra de Datos del Potasio .....	51
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Normalidad para el Potasio .....	52
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Anova para el Potasio .....	52
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Tukey para el Potasio .....	53
<b>Tabla 20.</b> Muestra de Datos del Conductividad Eléctrica .....	54
<b>Tabla 21.</b> Prueba de Normalidad para la conductividad eléctrica .....	55
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Anova para la conductividad eléctrica .....	56
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey para la conductividad eléctrica .....	57
<b>Tabla 24.</b> Muestra de Datos del pH .....	58
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Normalidad para el pH .....	59
<b>Tabla 26 .</b> Prueba de Anova para el pH .....	59
<b>Tabla 27.</b> Prueba de Anova para el pH .....	60

<b>Tabla 28.</b> Muestra de Datos de la Materia Orgánica .....	61
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Normalidad para la Materia Orgánica.....	62
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Anova para la Materia Orgánica .....	63
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Tukey para la Materia Orgánica.....	64
<b>Tabla 32.</b> Muestra de Datos del Carbonato de Calcio.....	65
<b>Tabla 33.</b> Prueba de Normalidad para el Carbonato de calcio .....	66
<b>Tabla 34.</b> Prueba de Anova para el Carbonato de Calcio .....	66
<b>Tabla 35.</b> Prueba de Tukey para el Carbonato de Calcio.....	67
<b>Tabla 36.</b> Muestra de Datos del Calcio.....	68
<b>Tabla 37.</b> Prueba de Normalidad para el Calcio .....	69
<b>Tabla 38.</b> Prueba de Anova para el Calcio .....	70
<b>Tabla 39.</b> Prueba de Tukey para el Calcio.....	71
<b>Tabla 40.</b> Muestra de Datos de Magnesio.....	72
<b>Tabla 41.</b> Prueba de Normalidad para el Magnesio.....	73
<b>Tabla 42.</b> Prueba de Anova para el Magnesio .....	73
<b>Tabla 43.</b> Prueba de Tukey para el Magnesio.....	74
<b>Tabla 44.</b> Muestra de Datos del Sodio.....	75
<b>Tabla 45.</b> Prueba de Normalidad para el Sodio .....	76
<b>Tabla 46.</b> Prueba de Anova para el Sodio .....	77
<b>Tabla 47.</b> Prueba de Tukey para el Sodio .....	78
<b>Tabla 48.</b> Muestra de Datos del CIC .....	79
<b>Tabla 49.</b> Prueba de Normalidad para la Capacidad de Intercambio Catiónico.....	80
<b>Tabla 50.</b> Prueba de Anova para la Capacidad de Intercambio Catiónico .....	80
<b>Tabla 51.</b> Prueba de Tukey para la Capacidad de Intercambio Catiónico .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción del biochar.....	36
<b>Figura 2.</b> Evaluación Experimental .....	37
<b>Figura 3.</b> Potasio Positivo.....	41
<b>Figura 4.</b> Nitrógeno .....	44
<b>Figura 5.</b> Fósforo.....	48
<b>Figura 6.</b> Potasio .....	51
<b>Figura 7.</b> Conductividad eléctrica.....	55
<b>Figura 8.</b> Potencial de Hidrógeno - pH.....	58
<b>Figura 9.</b> Materia Orgánica.....	62
<b>Figura 10.</b> Carbonato de Calcio.....	65
<b>Figura 11.</b> Calcio.....	69
<b>Figura 12.</b> Magnesio.....	72
<b>Figura 13.</b> Sodio.....	76
<b>Figura 14.</b> Capacidad de intercambio catiónico - CIC.....	79

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

## RESUMEN

El presente estudio usó el biochar a base de maleza para el aumento de nutrientes de los suelos de baja productividad, para ello se determinó que el tipo de investigación fue cuantitativa, con un diseño experimental, ya que se va describir los fenómenos y problemas de la investigación antes de la aplicación del tratamiento adecuado mediante la relación de las variables independientes y dependientes. Para ello se tuvo como objetivo principal, aplicar el biochar elaborado a base de maleza de la poda obtenida de las viviendas del distrito de Santa Rosa, para mejorar el NPK del suelo de estudio, por lo cual se agregó el biochar en concentraciones de 5%, 10% y 15%, por 2 kilogramos de suelo problema, durante un periodo de 2 meses en los cuales se evaluará las variaciones de las características fisicoquímicas durante el estudio, de terminándose así que el nitrógeno inicial fue de 0,02 % , el fósforo inicial fue de 1 ppm y el potasio 380 ppm, evidenciándose así que las características iniciales del suelo presentaban una baja calidad de nutrientes y tras la adición de la concentración de biochar, se determinó que la concentración de 15%, fue la que mejoró y elevó los nutrientes. Es por ello que la investigación concluye que el uso del biochar obtenido de la maleza de la poda de las viviendas, mejoró los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, con respecto al suelo inicial.

**PALABRAS CLAVES:** Biochar, Poda de maleza, Nitrógeno, Fósforo, Potasio

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La FAO (2014) hace mención que a nivel mundial se tiene 494 millones de hectáreas de suelos de baja productividad en los últimos 30 años, de los cuales, el 39% de estos suelos con baja presencia de bajos nutrientes se encuentran ubicados dentro de todos los bosques primarios y secundarios, de los cuales estos cada vez se ven afectados por las actividades antropogénicas como la tala y construcción de edificaciones, a su vez estos bosques y áreas naturales protegidas, son usados como asentamientos humanos generando así que se produzca un impacto sobre la composición física y química de los suelos, debido a la construcción de edificaciones y estructuras de viviendas, las cuales causan un daño irreparable en la capa superior del suelo (Asto, 2017; Obregón, 2019; Reminigio, 2019).

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2017), nos menciona que la zona costera especialmente Lima tienen la más alta cantidad poblacional de todo el país, esto genera que las áreas de producción agrícola disminuyan debido al alto crecimiento de las edificaciones y construcción de viviendas (SENTIS, 2013).

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MINAGRI], (2014) nuestro país tiene una extensión de áreas destinadas a actividades agrícolas de 5,478 354 kilómetros y las zonas de características periurbanas tiene una extensión mayor a 29 456 130 a kilómetros, esto hace mención que a medida del crecimiento poblacional los suelos destinados para la agricultura van disminuyendo, generando así que los suelos pierdan su productividad. A su vez el suelo al encontrarse sin ningún tipo de cobertura se ve afectado aún más por la erosión eólica e hídrica, la cual afecta al suelo en un 38% para erosión eólica y un 46% para erosión hídrica. Este tipo de erosión genera que los nutrientes del suelo se dispersen por acción del aire o el agua provocando así una baja productividad de los suelos.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], (1984) indican que las pérdidas de los cultivos en la actualidad se deben por la falta de nutrientes del suelo, las cuales deterioran las primeras capas del suelo, debilitándose y generando que muchos de los cultivos perezcan debido a la baja cantidad de nutrientes, así mismo se estiman que en nuestro país 25 000 mil hectáreas, padecen con este problema, provocando así una baja producción de cultivos tanto comestibles como ornamentales.

La presente investigación pretende solucionar los problemas de los bajos nutrientes presentes en los suelos de baja productividad, mediante el uso de biochar a base de maleza, obtenida de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa.

### **Antecedentes**

Así mismo se muestran investigaciones similares con el estudio a realizarse tales como:

Solla et al. (2017), en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “la presente investigación consistió en la reutilización de diversas cortezas de maderas usada en la producción de papel. Las cuales se implementaron a nivel laboratorio, mediante el uso de macetas de capacidad de 1,35 kilogramos, con 17 centímetros de altura, para ello se analizó el suelo problema, determinando que el suelo tiene una materia orgánica de 6,5%, un ph de 3,7, un calcio de 78,7 mg/kg, un magnesio de 78,5 mg/kg, un potasio de 69,3 mg/kg, y un fósforo de 14 mg/kg, para la elaboración de la ceniza se analizó los parámetros de humedad el cual fue de 11,5%, el pH de 10,9, la materia orgánica de 56,1%, el fósforo de 2,6, mg/kg el nitrógeno fue de 5,56 mg/kg, potasio fue de 2,6 mg/kg, tras la adición de la

ceniza más el suelo, se determinó que el nitrógeno aumentó en 0,84%, el potasio aumentó en un 0,74%, el fósforo aumentó de 0,65%, el pH se mantuvo estable durante toda la investigación.

Damian et al. (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, se determinó el área de estudio la cual abarca un cuadrante de 500 metros, los cuales se obtuvo la muestra a una profundidad de 0-10 cm de altura, el compost mejorado se aplicó en concentraciones de 0,5 y 10%, así mismo se evaluó las características iniciales del suelo, la cual presentó un pH de 7,4, una conductividad eléctrica de 10 dS/m, una materia orgánica de 1.42%, un fósforo de 6,60 ppm, potasio de 3,40 ppm y un carbonato de calcio de 3,25% y 12,615 meq/100 g de capacidad de intercambio catiónico, posteriormente se aplicó un cultivo y tras que la especie cultivada llegará a la etapa de adultez se evaluó las condiciones del suelo según el tratamiento empleado y se obtuvo que el pH fue de 7,5, la conductividad eléctrica de 7,20 dS/m, 1,42 % de materia orgánica, un fósforo de 6,50 ppm, potasio de 3,27 ppm y un carbonato de calcio de 3,26% y 12,28 meq/100 g de capacidad de intercambio catiónico, así mismo se concluye que el tratamiento de 10% de compost mejorado, brindó buenas condiciones fisicoquímicas del suelo.

Baldemar et al. (2017). En su investigación, planteó usar abono orgánicos proveniente de los residuos de rastrojos y maleza de diversos cultivos, para ello se aplicó el abono en cantidades de 0 mg/ha, 20 mg/ha, 20 mg/ha y 60 mg/ha, para ello se evaluó las condiciones iniciales del suelo, en las cuales se determinó la materia orgánica, la cual presentó 6.92, 5.57 de pH, 1,01 dS/m de conductividad eléctrica, 40,8 cmol/kg de capacidad de intercambio catiónico, y tras aplicar los tratamiento de composta durante un periodo de dos meses, se evaluó los cambios en la composición física y química del suelo, los cuales indicaron que hubo un aumento en de 11,42 % de materia orgánica con el tratamiento de 60

mg/ha, con respecto al pH todos los tratamientos disminuyeron , 1,43 dS/m con respecto a la conductividad eléctrica, el tratamiento que presentó la mejor capacidad de intercambio catiónico fue el tratamiento de 44,8 cmol/kg siendo el tratamiento de 60 mg/ha.

Fiallos et al. (2015), en su artículo científico titulado “Restauración ecológica del suelo aplicando el carbón vegetal, y su efecto en la producción de la medicado sativa“, esta investigación se llevó a cabo en Ecuador, en la cual se aplicó el carbón vegetal en diferentes dosis de 10, 20 y 30 toneladas por hectárea, durante un periodo de exposición de 50 días, en esta investigación se evaluó, la altura de la planta, numero de tallos y número de hojas, en las cuales se determinó que el tratamiento de 30 toneladas por hectárea fue las más adecuada para esta especie, teniendo una altura de 87,98 cm, 103 hojas, el número de tallo fue mayor en tratamiento de 30 toneladas por hectárea teniendo 111 tallos, con respecto al suelo inicial, se evaluó el % de nitrógeno el cual fue 0,09 % y tras el tratamiento aumento a 0,11%, el fosforo inicial fue de 601,39 mg/kg y este disminuyo a 529,59 mg/kg, el potasio fue de 627,19 mg/kg y tras el tratamiento fue de 624,2 mg/kg, la humedad del suelo fue de 3,07% y al terminar el experimento este aumento a 5,87%, la densidad aparente del suelo se mantuvo igual en 1,2, la materia orgánica aumento de 0,7 % a 1,8%.

Kolb et al. (2009), en su estudio titulado “Effect of Biocarbon on the Microbial Quantity of Biomass and Activity in Tempered floors” (Efecto del biocarbón sobre la cantidad microbiana de biomasa y actividad en los suelos templados) este estudio se realizó con la finalidad de determinar los efectos microbianos en el suelo por la aplicación del biocarbón , como materia prima para la elaboración de biocarbón se usó 5 árboles coníferos los cuales se aplicaron en 4 tipos de suelos ,para ello se aplicó el biocarbón en diferentes dosis de 0% (unidad de control), 10% , 20% y 50 % para un kilo de suelo , todas las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente y mediante el uso en diferentes dosis se logró determinar cómo influye la aplicación del biocarbón en el aumento de la actividad

microbiana en los suelos, los resultados obtenidos fueron que la dosis de 20% generó mayor aumento de actividad microbiana en 2 tipos de suelos diferentes mientras que en los otros no fue tan notorio el cambio de actividad microbiana.

Jindo et al. (2014), en su artículo “Caracterización física y química de biochars procedente de diferentes residuos agrícolas” la aplicación de biocarbón en suelos es un herramienta muy usada para brindar nutrientes y aumentar la fertilidad de suelo, es por ello que si mencionamos sus propiedades físicas y químicas del biocarbón estas están totalmente ligadas a la temperatura que la materia prima sea sometida; para lograr aumentar las propiedades físicas y químicas del biocarbón para su aplicación en suelos es recomendable que la materia prima se someta a temperaturas bajas ya que producirá altos rendimientos del biocarbón, a su vez someter la materia prima a altas temperaturas produce un alto contenido de carbono y aumenta las características de adsorción de metales pesados. Por lo general someter materias primas a temperaturas de 600°C produce características recalcitrantes en el suelo mientras que al someterlas a 400°C el biocarbón retiene los compuestos volátiles.

Inostroza et al. (2015) en su artículo científico titulado “Efecto de la incorporación de carbón vegetal y paja de trigo sobre la actividad biológica de consuelo serie freire, orden andisol, región de la Araucanía, Chile“, esta investigación realizó la aplicación de carbón vegetal en diferentes dosis, tras lo cual se evaluó los parámetros físico químicos de los suelos andisoles, para ello se evaluó como dosis 1 al suelo solo, la dosis 2 es suelo + 15 % de paja de trigo, dosis 3 es suelo + 15% de carbón vegetal, dosis 4 suelo + 1.5 de paja de trigo + 15% de carbón vegetal, la presente investigación duró un periodo de 40 días, en 12 maceteros de capacidad de 2 kilos, tras el periodo de análisis se observó que el pH aumentó de 5,47 a 7,8, la materia orgánica aumento de 5.2% a 6.8%, el nitrógeno aumentó de 19,12 mg/kg a 4211 mg/kg, el carbono aumento de 28,8 mg/kg a 365,55.

Ramírez (2014), en sus tesis titulada para el título de ingeniero agrónomo, “El carbón vegetal forestal como sustrato, más nitrógeno, fósforo y potasio (N.P.K.), en el cultivo de *Raphanus Sativa* “rábano”. Iquitos – 2014” para la presente investigación se realizaron 16 parcelas de un 1.2 metros de largo con 30 centímetros de profundidad, en los cuales se aplicó el tratamiento, para ello se usaron 45 kilos de carbón vegetal, los cuales se clasificaron en tamaños de mayor de 2 centímetros y menor de 1 centímetro, a su vez se aplicó el mismo tratamiento pero con una especie cultivada, para ello usaron al rábano como especie que midiese la eficiencia, el periodo de exposición duró 25 días, tras este periodo se analizaron el nitrógeno, potasio y fósforo, de los cuales se determinó que el potasio aumento de 0,92% a 2.15%, con respecto al nitrógeno este aumento de 32.6 mg/kg a 603 mg/kg, el fósforo aumentó de 36 mg/kg a 294 mg/kg, a su vez se analizó el tamaño de la especie la cual presentó un mayor desarrollo con el carbón vegetal mayor de 2 centímetros, a diferencia de los otros tratamientos.

Iglesias (2018), “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano” Este autor usó como materia prima a biomasa de la planta de eucalipto los cuales los sometido a diferentes temperaturas, las cuales fueron 250 °C, 400 °C y 550°C, de los cuales se aplicó 3 repeticiones por tratamiento, estos tratamiento se mezclaron con un suelo en dosis del 20%, la investigación duró un periodo de 50 días, en los cuales se verificó al cultivo de maíz, en los cuales se determinó el biochar a temperaturas de 400°C, es el más eficiente para el óptimo desarrollo de la especie cultivada, tras este periodo se evaluó los parámetros químicos como el nitrógeno, el cual aumentó de 0,29 mg/kg a 4,19 mg/kg, el fósforo aumentó a 1,27%, la conductividad eléctrica disminuye a 6,91 dS/m, el pH disminuyó de 10,35 a 7,97, la capacidad de intercambio catiónico disminuyó en un 27% respectivamente.

Herrera (2018), en su tesis titulada “Pirólisis de biomasa para la obtención de biocarbón y su efecto en el rendimiento de tomate“ para esta investigación se aplicaron 5 tratamientos de los cuales el tratamiento 2 uso como biomasa al rastrojo de maíz, el tratamiento 3, uso al mismo maíz, el tratamiento 4, utilizo al rastrojo de ajonjolí y el tratamiento 5 uso a la cascarilla de arroz, el tratamiento 1 es el testigo, la presente investigación tuvo 4 repeticiones de las cuales, la capacidad de macetero fue 2 kilos por 500 gramos de biochar, la investigación duró 100 días pero en el día 40 se aplicó el tratamiento de biochar, el análisis inicial del suelo con respecto al ph fue de 6.03 y con el biochar que disminuyó más fue con el de ajonjolí, el CIC inicial fue de 6,59 y con la cascarilla del arroz disminuyó a 5,92, con respecto al fierro hubo 64,04 el biochar a base de maíz disminuyó a 37,38, el fósforo aumentó de 43,5 a 359, el nitrógeno aumentó en un 35%, el potasio positivo aumentó en 42%, la conductividad eléctrica disminuyó de 6,4dS/m a 3,46 dS/m , con respecto al cultivo de tomate, este tuvo un desarrollo óptimo con el biochar de la cascarilla de arroz.

Briones et al. (2017) en su investigación titulada “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación carbón vegetal“ para la presente investigación se buscó fertilizar el suelo , para ello se aplicó el carbón vegetal en dosis de 5000 kg por hectárea, 3750 kg por hectárea, 2500 kg por hectárea y una unidad de control (testigo), para ello se evaluó el suelo antes de la aplicación del carbón vegetal, en el cual se determinó que el suelo tiene un ph de 5,5, una conductividad eléctrica de 3dS/m, un % de nitrógeno de 0,65%, un fosforo de 4,7%,y un potasio de 35%, tras la adición del carbón vegetal se analizó al cultivo de pimientos y al suelo, para determinar cómo influye el carbón en los nutrientes del suelo, la investigación duró un periodo de 3 meses, pasado este tiempo se determinó que el ph aumento a 7,6, la conductividad eléctrica aumento a 5 dS/m, un % de nitrógeno de 23 %, un fosforo de 31 %,y un potasio de 54%, con respecto al cultivo de pimientos, la plata tuvo

una altura de 35 centímetros, un promedio de hojas de 54, una efectividad de producción de 5 pimientos por planta a diferencia del testigo que solo generó 2 por planta cultivada, con respecto al fruto se determinó que el peso fue menor en el testigo que con el resto de los tratamientos.

## **Bases Teóricas**

### **Fertilidad de los suelos**

La fertilidad de los suelos, se refiere a la producción que estos generan sobre los cultivos, así mismo es la capacidad de poder sostener y mantener al cultivo, la fertilidad de los suelos depende en su mayoría de la materia orgánica disponible del suelo, ya que estas brindan muchos nutrientes, necesarios para el suelo y para el desarrollo evolutivo del cultivo, así mismo la materia orgánica sirve de fuente de alimentación para los microorganismos del suelo (INIA, 2015).

Según Globe (2005), hace mención que la fertilidad del suelo, se refiere a la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y que estos nutrientes deben ser el Nitrógeno, Potasio y Fósforo, ya que, sin estos nutrientes, impiden el crecimiento fisiológico.

### **Toma de muestra**

(MINAM, 2014) Consideraciones que se debe tomar para la recolección de muestra de suelos :

- La profundidad máxima a la que se va a tomar la muestra.
- El tipo de textura del suelo.
- El tipo de contaminante (volátil, semivolátil, no volátil) que se presume en el sitio.
- La accesibilidad al punto de muestreo.

- El tamaño de muestra necesaria para los análisis requeridos, con base en la(s) característica(s) o propiedad(es) de interés del contaminante y del sitio, así como las especificaciones de los métodos analíticos.
- Los instrumentos para la colecta de muestras en campo, deben ser fáciles de limpiar, resistentes al desgaste y no deberán contener sustancias químicas que puedan contaminar o alterar las muestras.

### **Suelo de baja productividad**

Los suelos de baja productividad, es generada por la desertificación, erosión y deforestación los cuales dejan al suelo descubierto provocando que por la acción del viento o del agua esta tenga una pérdida de fertilidad del suelo, generando así una pérdida de nutrientes básicos para el desarrollo fisiológico de cualquier especie vegetal (Prado & Veiga, 2013).

Se clasifican como un suelo poco evolucionado, por falta de material orgánico, el cual quita el recubrimiento del suelo, dejando expuesto a la erosión eólica e hídrica, así mismo altera la estructura y los horizontes del suelo, evitando así la distribución y almacenamiento de nutrientes disponibles para nutrir el suelo y al cultivo (FAO, 1998).

### **Factores de la baja productividad de los suelo**

La principal causa de la baja productividad del suelo, es causada por acción del viento y el agua, este proceso es muy común a nivel mundial debido al cambio climático; los principales daños que se produce al suelo son el deterioro de las características físicas, químicas y biológicas; generando la disminución de la materia orgánica y pérdida de biodiversidad (Nicolás et al., 2005).

Factor hídrico: la degradación es generada por la intervención del agua (dulce o salada). la cual al estar en contacto directo con el suelo sea por acción de las precipitaciones

o por estar cerca aun medio acuático, el agua logra corromper la capa superficial del suelo debilitándose, esta capa es de principal importancia ya que allí es en donde se realiza los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo, esto quiere decir que ahí están presentes los nutrientes necesarios para el óptimo desarrollo de diversas especies vegetales. En muchos casos las altas precauciones logran deformar el terreno generando así movimientos extensos de masa de suelo provocando así huaycos y deslizamientos (Nicolás et al., 2005).

Factor eólico: en este caso la degradación es generada por el viento se lleva a cabo en su mayoría en zonas costeras, ya que estas no presentan muchas precipitaciones, pero si por influencia del mar presenta fuertes vientos, estos vientos logran desplazar la materia orgánica presente en la capa superficial del suelo, debilitando así la estructura y dejando un suelo totalmente descubierto propenso a todo tipo de contaminación y/o alteración (Nicolás et al., 2005).

## **Suelos**

Es la capa superficial que cubre toda la tierra, así mismo es el medio en cual todos los cultivos se desarrollan biológicamente, presenta una formación de roca madre mezclado de material orgánicos de origen animal y vegetal, la conformación del suelo tarda muchos años, pero su degradación es inmediata, esta se debe a factores externos antropogénicos, como minería, deforestación, derrame de lixiviados etc. (Van koni, 2006).

El suelo está compuesto por diversos componentes entre ellos está:

### **Materia mineral**

Es la que más abundante en el suelo, ya que está conformada por diversas partículas, como arcilla y otras las cuales se agrupan formando pequeños fragmentos y conglomerados de materia inerte de minerales (INIA, 2015).

## **Materia orgánica**

Está conformada por restos de origen animal y vegetal, así mismo la materia orgánica se ubica en la primera capa del suelo, así mismo ahí se presenta toda la actividad microbiológica del suelo, la materia orgánica sirve de capa protectora del suelo y de las plantas evitando así el índice de erosión eólica del mismo (INIA,2015).

Las características del suelo son:

### **Estructura**

La estructura, es la forma natural del tamaño de las partículas del suelo, así mismo está por acción del viento y del agua se forman los terrones o cúmulos de suelo, por ende, la estructura del suelo es muy importante ya que por ahí ingresan las raíces y se almacenan los nutrientes del suelo (Globe, 2005).

### **Color**

El color del suelo, es un indicador de los compuestos químicos presentes en el suelo, así mismo es por el estado de madurez de la materia orgánica y el grado de humedad (Globe, 2005).

### **Consistencia**

Se refiere a la firmeza del terrón o cúmulo de suelo, así mismo este parámetro es un indicador de la humedad del suelo (Globe, 2005).

### **Textura**

Es el tacto y sensación del suelo al ser tocado, las diferencias de texturas se deben a la cantidad y porcentaje de arena, limo y arcilla que presenta el suelo, siendo más suave o tosco al tacto (Globe, 2005).

## **pH**

El puente de hidrógeno, es un indicador de acidez o básico del suelo, así mismo es un indicador de la naturaleza química del suelo, existe una variación del pH, según el tipo de agua que se use, durante el riego, así mismo el pH permite identificar la presencia de metales pesados en el suelo (Globe, 2005).

## **Temperatura**

La temperatura del suelo, es variada según el clima en verano, el suelo tiene una temperatura menor, ósea es fría y en invierno tiende a tener una temperatura mayor de 25°C. ya que el suelo absorbe el calor y lo retiene y cuando cambia el clima, libera el calor retenido, para que no se vea afectado la actividad microbiana del suelo (Globe, 2005).

## **Plan de valorización de los residuos orgánicos**

Se busca planificar la actividad de valorización de los residuos sólidos municipales generados de tipo orgánicos frente a la disposición final de los mismos, con la finalidad que la población tome conciencia sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos aprovechables y su incorporación al ambiente, lo que permitiría la recuperación y conservación del ambiente debido al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Además, trayendo consigo la reducción del gasto municipal destinado a la recolección, transporte y disposición final de los residuos antes mencionados, por el servicio brindado por terceros (MINAM, 2021).

## **Orgánico**

Sustancia que presenta en su composición carbono, hidrógeno, así mismo pueden ser de origen natural o sintético generado en un laboratorio, así mismo se caracteriza a cualquier desecho como residuo orgánico a aquel que presente en su totalidad compuesto de carbonos.

## **Residuos orgánicos**

Material que tiene un origen animal y vegetal, el cual es susceptible a la descomposición por microorganismos, así mismo se le llama residuo a todo aquello que ya cumplió su función y es totalmente desechado (Comisión para la cooperación ambiental , 2017).

### **Biochar**

Casas (2014); CONAF (2009) hacen mención que el carbón vegetal es un producto rico proveniente de la carbonización de diferentes materias primas de consistencia maderosas, las cuales se someten a un horno, con presencia de aire a una temperatura constante.

Alvarado, (2004) el carbón vegetal es un producto de consistencia sólida, con una alta cantidad de carbono/nitrógeno, el carbón vegetal se elabora a una temperatura de entre 400 °C a 700 °C con presencia de aire. Posee un alto poder calorífico superior a los 35 000 kj/kg superando al carbón proveniente de la madera (Guardado et Al.,2010).

El biochar no tiene un origen definido, ya que se ha encontrado presencia de este material rico de nutrientes, en diversas partes de Sudamérica, siendo así el caso de Brasil y Ecuador; este material es también conocido como terra preta, ha sido usado por nuestros antepasados como un método para aumentar los nutrientes del suelo, para poder aplicar diversos cultivos (Rebolledo, 2016).

### **Características físicas y químicas del biochar**

#### **Características físicas del biochar**

El biochar es un producto de color oscuro, de estructura carbonosa, de características amorfa, esto debido al tamaño de las partículas ya que según la temperatura a usarse para la elaboración del mismo se generan los macro poros, los cuales sirven como

conductor para el transporte y adsorción de los sorbatos. A su vez el biochar tiene la peculiaridad de poseer una baja densidad, presentan una escasa humedad a cuál perdura a través del tiempo, dependiendo de que se haya elaborado el biochar esté presente diferentes olores y texturas (Lehmann, 2006).

#### Características químicas del biochar

El biochar tienden a tener una relación carbono nitrógeno muy elevada, tiene poca presencia de hidrógeno, posee una forma alifática y carboxílica, el fósforo se mantiene estable, con respecto al ph este tiene a varía según la materia prima a usarse, tal es en el caso del uso de los árboles coníferos el ph tiende a ser ácido, a diferencia del uso de excretas el cual tiene a tener un ph alcalino tras la elaboración del biochar. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico esta tiende a aumentar , el biochar mantiene una temperatura estable de entre los 24,5° a 25°(CHENG et al., 2008).

#### **Elaboración del biocarbón**

La elaboración del Biocarbón va a depender de 2 factores principales los cuales son la materia prima a usarse, la temperatura y el periodo de exposición en el horno.

Según Mohan et al (2006), las materias primas a usarse para la elaboración de biocarbón tiene que estar entre unos 400°c hasta 600° ya que a estas temperaturas se generan los microporos con las finalidad de brindar nutrientes y aumentar la retención hídrica, a su vez produce compuesto de características orgánicas los cuales contribuyen al desarrollo de la materia orgánica.

Estudios realizados demuestran que la aplicación del biocarbón elaborado con diversas materias primas; aplicados en diferentes tipos de suelos poseen efectos positivos en la capacidad de retención de agua, dependiendo del tipo del suelo, las investigaciones realizadas nos brinda como información que la aplicación del biocarbón aumenta la

humedad en suelos de características arenosas , y en suelos de textura medio produce un efecto neutro y en suelos de características arcillosas la capacidad de retención de agua es menor en muchos casos nula (Sohi et al., 2006).

### **Efectos del biocarbón en suelos**

El biocarbón puede remediar los problemas presentes en casi todos los suelos en su mayoría si estos suelos presentan escasez de retención de agua o falta de nutrientes, la aplicación de biocarbón en suelos con características diferentes genera cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo , los cambios que produce la aplicación de biocarbón en el suelo se ve reflejada con el aumento de la capacidad de intercambio catiónico, tamaño del poro, densidad aparente, retención hídrica y rendimiento en la producción de muchos cultivos, a su vez según sea el tamaño del poro este puede actuar como agente bloqueador y de esta forma disminuir la infiltración del agua, investigaciones realizada hacen mención que la capacidad de retención de agua era 18% más elevada en los suelos en donde se aplicaron biocarbón que en los suelos adyacentes sin presencia del biocarbón, a su vez la misma acción se ve reflejada en la presencia de materia orgánica, la cual interviene en la retención hídrica y en la intervención de nutrientes (Lehmann, 2006; Downie et al., 2009; Glaser et al., 2002; Brewer et al., 2014).

### **Beneficios del uso de residuos orgánicos**

Según Amigos de la tierra, (sf)

Las principales ventajas son:

- Reutilización de la materia orgánica
- Finalización de ciclos orgánicos de origen animal y vegetal
- Minimización de los residuos orgánicos
- Producción de abonos orgánicos, para la mejora del suelo y las plantas

## **Justificación**

La presente investigación busca usar los residuos provenientes de la poda de áreas verdes con la finalidad de maximizar este desecho tan poco usado, con el objetivo de producir biochar para mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos de baja productividad. Así mismo se busca generar conciencia de la reutilización de residuos de origen vegetal, para la mejora de todo tipo de suelos, con los cuales se podrá aumentar la productividad de estos suelos, generando así que todo tipo de especie vegetal cultivada tenga un óptimo desarrollo fisiológico. En nuestro país se realizó un estudio sobre la cantidad de suelos afectados por diversas actividades, determinando que a nivel mundial se tiene 494 millones de hectáreas de suelos de baja productividad y que más de un tercio de estos suelos han sido usados como asentamientos de edificación y estructuras para la construcción de viviendas, estas actividades generadas por el hombre han causado un daño irreversible en el suelo en muchas partes del mundo, a su vez el suelo al encontrarse sin ningún tipo de cobertura se ve afectado aún más por la erosión eólica e hídrica, la cual afecta al suelo en un 38% para erosión eólica y un 46% para erosión hídrica. Este tipo de erosión genera que los nutrientes del suelo se dispersen por acción del aire o el agua provocando así una baja productividad de los suelos.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **Pregunta general**

¿Cómo mejorará el suelo de baja productividad, la aplicación de biochar a base de maleza del suelo del distrito de Santa Rosa, 2022?

#### **Preguntas específicas**

¿Cuáles serán las características iniciales del suelo de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022?

¿Cuál será la composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de áreas verdes y del compost del Santa Rosa, 2022?

¿Qué dosis en (mg/kg de suelo) de biochar serán las más adecuadas para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Mejorar el suelo de baja productividad, tras la aplicación del biochar a base de la maleza obtenida de la poda de áreas verdes, del distrito de Santa Rosa, 2022.

##### **1.3.1.1. Objetivos específicos**

Determinar las características iniciales del suelo de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022.

Evaluar la composición fisicoquímica del biochar a base de maleza obtenida de la poda de áreas verdes del distrito de Santa Rosa, 2022.

Determinar la dosis en (mg/kg) de biochar será las más adecuadas para el mejoramiento del suelo de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022.

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

La aplicación de biochar a base de maleza, proveniente de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa, brindó nutrientes necesarios para el mejoramiento de los suelos de baja productividad.

#### **1.4.1.1. Hipótesis específicas**

Las características iniciales de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa, presentan una baja cantidad de NPK.

La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022.

Existe una dosis de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, que es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Sampieri (2016), hace mención que esta investigación es cuantitativa ya que se usan magnitudes numéricas, las cuales permiten al investigador, la manipulación de las variables, a su vez una investigación cuantitativa permite al investigador disponer de múltiples hipótesis, las cuales se pueden predecir basado en los indicadores a evaluar.

#### **2.1.1. Nivel de investigación**

Sampieri (2016), este estudio es de nivel explicativo, ya que va describir los fenómenos y problemas de la investigación antes de la aplicación del tratamiento adecuado mediante la relación de la variables independientes y dependientes.

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño del estudio es un diseño experimental ya que se evaluará los resultados pre y de post prueba. En este caso se analizará el suelo antes y después del tratamiento.

### **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

#### **2.2.1 Población**

Los suelos de baja productividad, ubicados en el distrito de Santa de Santa Rosa, 2022, delimitados entre las coordenadas -11.79872 -77.16704, -11.79991 -77.16679 , -11.79840 -77.16583 , -11.70062 -77.16427. Abarcando una extensión de 400 metros.

#### **2.2.2 Muestra**

Para la muestra del presente estudio se realizó 24 puntos de muestreo en la que se obtuvieron 24 kilos de suelos de baja productividad, obtenidos a una profundidad de 0 a 30 centímetros, en los cuales se adicionará biochar a base de maleza proveniente de la poda de las áreas verdes, dentro del distrito de Santa Rosa, en dosis de (0%) 0 gramos, (5%)

500 gramos, (10%) 1000 gramos y (15%) 1500 gramos respectivamente, de los cuales se colocarán kilos de suelos en 12 maceteros, la investigación durará un periodo de un 2 mes, en el cual se realizará un análisis fisicoquímico de las características del suelo de baja productividad. La muestra de la presente investigación corresponde a una selección de muestreo no probabilística o Intencional. En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia de la persona o personas que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad.

### 2.2.3 Materiales

**Tabla 1. *Materiales de la investigación***

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Material para la elaboración del compost</b>	
<b>Bolsas</b>	50 unidades
<b>Lampas</b>	1 unidades
<b>Trinche</b>	1 unidades
<b>Tapiz de carro</b>	3 x 2 metros
<b>Cobertor de plastico</b>	3 x 2 metros
<b>Material de Gabinete</b>	
<b>Hojas</b>	1 milla
<b>Lapicero</b>	6 unidades
<b>Plumón</b>	2 unidades
<b>Cinta</b>	1 unidades
<b>Material para el monitoreo del compost</b>	
<b>Termómetro</b>	1 unidad
<b>Tensiometro</b>	1 unidad
<b>Balanza</b>	1 unidad
<b>Wincha</b>	
<b>Material para la implementación del cultivo</b>	
<b>Maceteros</b>	12 unidades
<b>Semillas de cebolla china</b>	1 paquete

Todos los materiales mencionados en la **Tabla 1**, son instrumentos los cuales serán usados en todas las etapas de la investigación.

#### **2.2.4. Instrumentos**

**Instrumento ANEXO n°1** Características inicial y final del suelo.

**Instrumento ANEXO n °2** Caracterización del Biochar a base de maleza

### **2.3. Procedimientos**

#### **Delimitación del área de estudio**

Para la determinación del área de estudio, esta se situó en las Asoc. Country Club, perteneciente al distrito de Santa rosa, en la cual se observó que ningún tipo de cultivo tanto de origen ornamental o comestible, presenta un óptimo desarrollo del mismo, sin la presencia de algún tipo de tratamiento previo al suelo, antes de la adición de cualquier especie herbaria.

#### **Obtención de los residuos orgánicos**

Para la obtención de los residuos orgánicos proveniente de la poda se, tuvo el apoyo de 138 viviendas a las cuales se les realiza el recojo de los residuos orgánicos provenientes de su hogar, previamente antes del recojo, se realizó una sensibilización, sobre el tema.

#### **Pesado de los residuos orgánicos**

Después de la obtención de los residuos orgánicos provenientes de las viviendas este es pesado en una balanza de capacidad de 100 kg.

#### **Recolección de la materia prima**

Para la elaboración de los residuos orgánicos, estos son mezclados con la misma cantidad de residuos orgánicos ya secos, tales como la maleza y hojarasca obtenido de la recolección y limpieza de las áreas verdes de las viviendas, (Un Campus Sostenible, sf).

## **Preparación del Biochar**

Tras obtener la materia prima, esta es colocada en el horno pirolítico, durante un periodo de 4 horas a una temperatura de 500°C, en los cuales se mueve constantemente, pasado este tiempo, se deja enfriar a temperatura ambiente, para luego tamizarlos y esté listo para el uso en el suelo de baja productividad (Asto, 2017; Obregon, 2019). La forma del horno es de un tronco de cono, por tanto, su volumen viene definido por la siguiente ecuación.

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r)$$
, donde el radio mayor fue de 1 m, el radio menor de 0,8 m y la altura de 1,5 m. Por ello, el volumen resultó de 3,83 m<sup>3</sup>. Sin embargo, el ingreso de biomasa fue variado, el cual es una mezcla de maleza y residuos orgánicos domiciliario, ellos tuvieron un peso seco aproximado de 12%. Y el ingreso en masa fue de 78 kg.

## **Evaluación de análisis del biochar**

Del biochar obtenido y tras ser este tamizado con una malla de 2mm, este se coló en un bolsa hermética de capacidad de 1 kilogramo, una vez colocado el biochar, se cierra la bolsa y se codifica respectivamente, para que posteriormente, sea dirigido al laboratorio de analisis, para determinar la características químicas del biochar. la muestra del biochar debe mantenerse a temperatura ambiente.

## **Obtención del suelo de baja productividad**

Para la obtención del suelo de baja productividad, delimitó 400 metros cuadrados de una zona dentro de la Asoc. De Country Club. Para la determinación de los puntos de muestreo se consideró la guía de muestreo de suelos (D. S. N° 002-2013-MINAM), el cual en consideración a una figura rectangular se aplicó el patrón de muestreo de rejilla regular, teniendo como resultado 24 puntos de muestreo.

Asimismo según la guía demuestro, ya mencionado, recomienda la excavaciones de 0 cm a 30 centímetros de profundidad, en los cuales se obtiene el suelo, posteriormente, de lo ya obtenido se seleccionó un 1 kilogramo de suelo de baja productividad para ser transportado al laboratorio, en el cual se le realizará un análisis para evaluar sus condiciones físicas y químicas iniciales del suelo.

### **Tamizados del suelo**

Para el tamizaje del suelo, se usará un colador casero, con el cual se busca retirar las impurezas y desechos presentes en el suelo, así mismo retirar cúmulos o terrones, el cual pueda alterar la investigación, para ello se tamiza el suelo a un tamaño de 1 mm.

### **Pesado del suelo**

Para esta actividad se usará una la balanza de capacidad de 100 kilogramos, en la cual se pesará 2 kilogramos de suelo previamente tamizado y se colocará en cada macetero, esta acción se repetirá 12 veces por cada macetero (Herrera, 2018; Obregon, 2019).

### **Adición del tratamiento**

En esta fase de la investigación se adicionará el biochar a base de maleza, en concentraciones de 0 gramos, 500 gramos, 1000 gramos y 1500 gramos respectivamente de compostaje x 2 kilogramos de suelo de baja productividad previamente tamizado y pesado, los cuales se colocarán en 12 maceteros de diferentes colores, según el tratamiento en gramos de Biochar a base de maleza, que le corresponda (Asto, 2017; Obregon, 2019).

### **Distribución y rotulación de los tratamientos**

Para este paso, después de ser colocado el suelo en los maceteros se acomodan y distribuyen según el tipo de tratamiento que se haya empleado, cabe

resaltar que cada tratamiento presenta una codificación diferente en la cual indica el tratamiento y el número de repetición.

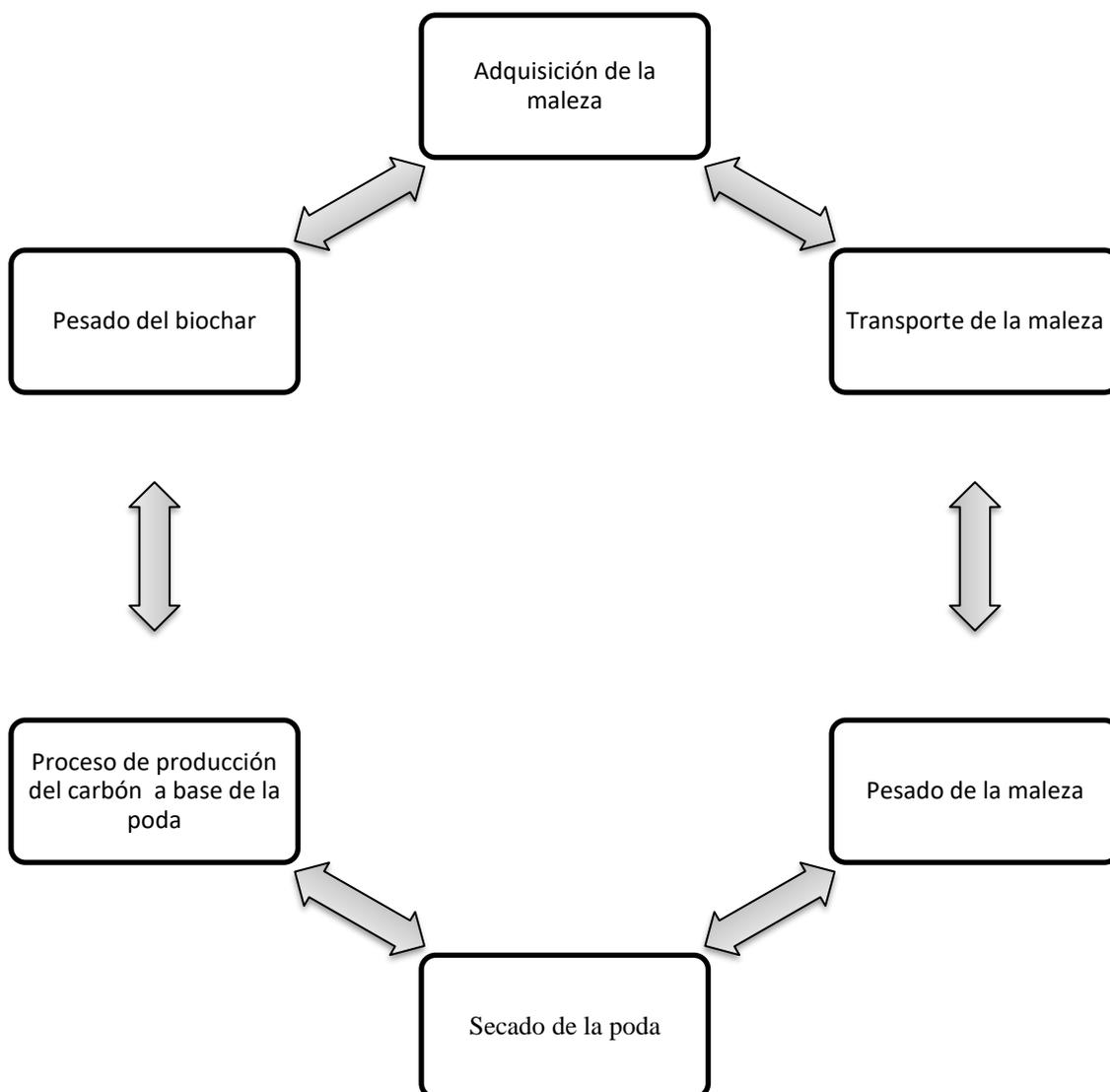
### **Monitoreo final del suelo**

Pasado los 2 meses de exposición del compostaje en diferentes concentraciones, del suelo en los maceteros, se obtiene un kilogramo de suelo x cada tratamiento y repetición del mismo , el cual es colocado en una bolsa de capacidad de 1 kilogramo, la cual es rotulada con la codificación ya establecida por el tratamiento dado, pasado todo este proceso, las bolsas de muestra de suelo de baja productividad más el compostaje es enviado al laboratorio, en el cual se le realizará el análisis fisicoquímico correspondiente y se evaluará los efectos presentados del suelo inicial con el suelo más el compostaje adicionado.

### **Evaluación de resultados**

Para la evaluación de los resultados estos se procesarán en un programa estadísticos y según la procedencia paramétrica o no paramétrica del mismo se le realizará la contratación de hipótesis, usando modelos estadísticos, para así poder determinar la influencia del tratamiento sobre el suelo de baja de productividad.

**Figura 1. Producción del biochar**



**Figura 2. Evaluación Experimental**

Identificación de Maceteros	Dosis	Suelos + biochar a base de maleza
	<p><b>T0</b></p> <p>0% Biochar a base de maleza (0 gramos Biochar a base de maleza)</p>	<p><b>2 kilos de suelo de baja productividad + 0 gramos de Biochar a base de maleza</b></p>
	<p><b>T1</b></p> <p>5% Biochar a base de maleza (500 gramos Biochar a base de maleza)</p>	<p>2 kilos de suelo de baja productividad + 500 gramos Biochar a base de maleza</p>
	<p><b>T2</b></p> <p>10% Biochar a base de maleza (1000 gramos Biochar a base de maleza)</p>	<p>2 kilos de suelo de baja productividad + 1000 gramos Biochar a base de maleza</p>
	<p><b>T1</b></p> <p>15% Biochar a base de maleza (1500 gramos Biochar a base de maleza)</p>	<p>2 kilos de suelo de baja productividad + 1500 gramos Biochar a base de maleza</p>

#### 2.4. Métodos de análisis de datos

El presente estudio de investigación, mediante el uso de los anexos 1 y 2 obtendrá la información necesaria, para el desarrollo de la investigación, para ello los datos obtenidos se procesarán en programa de carácter estadístico, el cual se encargará

de aceptar y/o rechazar la hipótesis de la investigación. Los programas de carácter estadístico a usarse serán el SPSS 24 y EXCEL.

Después de obtener los resultados se emplea el método estadístico en el SPSS y programa Excel en 6 etapas:

**Paso 1**, ingresar los datos en el programa SPSS, por parámetro con todas las repeticiones, para obtener la distribución de los datos, si es que estos tienden ser normales o no.

**Paso 2**, luego de determinar la normalidad de los datos, verificamos, si es que según la cantidad de muestras, del presente estudio este corresponde a Kolmogorov-Smirnov o Shapiro- Wilk, Cuando la muestra es mayor a 30 usamos Kolmogorov-Smirnov, cuando la muestra es menor a 30 usamos Shapiro- Wilk.

**Paso 3**, Luego verificamos la significancia o el p valor de, según la cantidad de muestra mayor a 30 usamos Kolmogorov-Smirnov, cuando la muestra es menor a 30 usamos Shapiro- Wilk, P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la  $H_0$  Los datos proceden de una distribución normal. Si p valor menor de 0,05 aceptamos la  $H_1$ , los datos no proceden de una distribución normal.

#### **Prueba de hipótesis**

$H_0$ : Los datos proceden de una distribución normal

$H_1$ : Los datos no proceden de una distribución normal

Paso 4, prueba de homocedasticidad de varianzas, o más conocida como prueba de Levene, en esta prueba evaluamos la significancia de la media. P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la  $H_1$  Se asume que las varianzas no son iguales.

#### **Prueba de hipótesis**

$H_0$ : Se asumen que las varianzas son iguales

$H_1$ : Se asumen que las varianzas no son iguales

Paso 5, ANOVA, en esta prueba se acepta o se rechaza la hipótesis de la investigación, basándose en la significancia. P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 // Cuando p valor menor de 0,05 aceptamos la H1.

Paso 6, prueba de Tukey o más conocida como comparaciones múltiples, esta prueba compara todos los tratamiento de la investigación, en los cuales, cuando el P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamiento. Cuando p valor mayor de 0,05 aceptamos la H0, asumimos que no existe alguna relación entre los tratamientos.

### **Prueba de hipótesis**

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

## **2.6 Aspectos Éticos**

La investigación del presente estudio, es una investigación innovadora, es por ello que durante todo el proceso de desarrollo de la investigación se contará con el apoyo y supervisión de un especialista en la elaboración de Biochar a base de maleza, a su vez, los análisis de la investigación se desarrollaran en un laboratorio certificado y por un especialista en laboratorio de suelos.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

#### 3.1 Resultados de las características iniciales del suelo

**Tabla 2.** *Características iniciales de los suelos de baja productividad*

<b>Características de la muestra inicial</b>		
<b>Conductividad eléctrica</b>	mS/cm	3,63
<b>pH</b>		7,98
<b>Materia Orgánica</b>	%	0,35
<b>Nitrógeno</b>	%	0,02
<b>Fósforo</b>	ppm	1
<b>Potasio</b>	ppm	380
<b>Carbonato de Calcio</b>	%	0
<b>Calcio</b>	meq/100 gr	5,2
<b>Magnesio</b>	meq/100 gr	0,69
<b>Sodio</b>	meq/100 gr	0,55
<b>Potasio Positivo</b>	meq/100 gr	0,52
<b>Capacidad de Intercambio Catiónico</b>	meq/100 gr	6,95

**Tabla 3.** *Características del biochar a base de maleza de poda*

<b>Características del Biochar a base de maleza</b>		
<b>Conductividad eléctrica</b>	mS/cm	2,2
<b>pH</b>		8,96
<b>Materia Orgánica</b>	%	4,89
<b>Nitrógeno</b>	%	0,24
<b>Fósforo</b>	ppm	165
<b>Potasio</b>	ppm	1242
<b>Carbonato de Calcio</b>	%	1,76
<b>Calcio</b>	meq/100 gr	16,41
<b>Magnesio</b>	meq/100 gr	4,45
<b>Sodio</b>	meq/100 gr	0,95
<b>Potasio Positivo</b>	meq/100 gr	6,62
<b>Capacidad de Intercambio Catiónico</b>	meq/100 gr	28,43

Por otro lado, en el proceso de pirólisis se obtuvo una masa de biochar de 29,5 kg, esto a temperatura ambiente, lo que refleja un rendimiento de obtención de materia productiva del 37,8%.

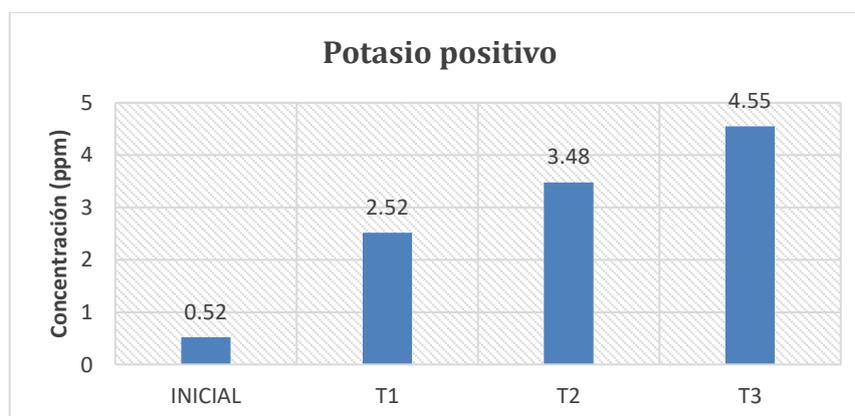
$$\% \text{ rendimiento} = \frac{29,5}{78} \cdot 100\% = 37,8\%$$

### 3.2 Resultado del Potasio Positivo

**Tabla 4. Muestra de Datos de potasio positivo**

Potasio positivo			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	0,52	0,52 ppm
	R2	0,52	
	R3	0,52	
T1	R1	2,65	2,52 ppm
	R2	2,27	
	R3	2,64	
T2	R1	3,79	3,48 ppm
	R2	3,14	
	R3	3,53	
T3	R1	4,5	4,55 ppm
	R2	4,95	
	R3	4,2	

**Figura 3. Potasio Positivo**



Se detallan en el Tabla 4 y Figura 3, los resultados obtenidos del potasio positivo, tras la adición del biochar a base de maleza, obteniéndose un potasio positivo inicial (TESTIGO) de 0,52 ppm y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 2,52 ppm, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 3,48 ppm , así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar ) 4,55 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el potasio positivo.

**Tabla 5. Prueba de Normalidad para el Potasio Positivo**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Potasio positivo	Muestra inicial	,923	3	,463
	Tratamiento 5%	,770	3	,044
	Tratamiento 10%	,987	3	,780
	Tratamiento 15%	,987	3	,780
a. Corrección de significación de Lilliefors				

**a) Prueba de hipótesis**

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

**b) Regla de decisión**

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

**c) Resultado /Conclusión**

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 6. Prueba de Anova para el Potasio Positivo**

ANOVA					
Potasio positivo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26,737	3	8,912	120,086	,000
Dentro de grupos	,594	8	,074		
Total	27,331	11			

**a) Prueba de hipótesis**

Ho: La Aplicación de biochar a base de Maleza, proveniente de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa, no brindó nutrientes necesarios el mejoramiento de los suelos de baja productividad.

H1: La aplicación de biochar a base de maleza, proveniente de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa, brindó nutrientes necesarios para el mejoramiento de los suelos de baja productividad.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La Aplicación de biochar a base de Maleza, proveniente de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa, brindó nutrientes necesarios el mejoramiento de los suelos de baja productividad.

**Tabla 7. Prueba de Tukey para el Potasio Positivo**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Potasio positivo						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-2,02333*	,22244	,000	-2,7357	-1,3110
	Tratamiento 10%	-2,99000*	,22244	,000	-3,7023	-2,2777
	Tratamiento 15%	-4,05333*	,22244	,000	-4,7657	-3,3410
Tratamiento 5%	Muestra inicial	2,02333*	,22244	,000	1,3110	2,7357
	Tratamiento 10%	-,96667*	,22244	,011	-1,6790	-,2543
	Tratamiento 15%	-2,03000*	,22244	,000	-2,7423	-1,3177
Tratamiento 10%	Muestra inicial	2,99000*	,22244	,000	2,2777	3,7023
	Tratamiento 5%	,96667*	,22244	,011	,2543	1,6790
	Tratamiento 15%	-1,06333*	,22244	,006	-1,7757	-,3510
Tratamiento 15%	Muestra inicial	4,05333*	,22244	,000	3,3410	4,7657
	Tratamiento 5%	2,03000*	,22244	,000	1,3177	2,7423
	Tratamiento 10%	1,06333*	,22244	,006	,3510	1,7757

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

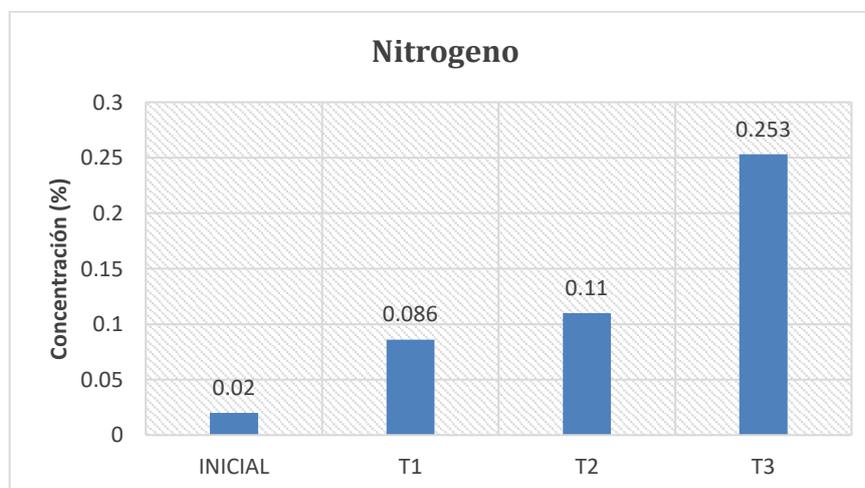
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

### 3.3 Resultados del nitrógeno

**Tabla 8. Muestra de Datos del nitrógeno**

Nitrógeno			
Tratamiento	Repeticion	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	0,02	0,02 %
	R2	0,02	
	R3	0,02	
T1	R1	0,08	0,08 %
	R2	0,09	
	R3	0,09	
T2	R1	0,12	0,11 %
	R2	0,11	
	R3	0,1	
T3	R1	0,24	0,25%
	R2	0,25	
	R3	0,27	

**Figura 4. Nitrógeno**



Se detallan en el Tabla 8 y Figura 4, los resultados obtenidos del nitrógeno, tras la adición del biochar a base de maleza, obteniéndose un nitrógeno inicial (TESTIGO) de 0,02 % y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 0,08 % , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 0,11 % , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar) a 0,25 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T4 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el nitrógeno.

**Tabla 9. Prueba de Normalidad para el Nitrógeno**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENT	Shapiro-Wilk		
	O	Estadístico	gl	Sig.
Nitrogeno	Muestra inicial	,750	3	,000
	Tratamiento 5%	,750	3	,000
	Tratamiento 10%	1,000	3	1,000
	Tratamiento 15%	,964	3	,637
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 10. Prueba de Anova para el Nitrógeno**

ANOVA
Nitrógeno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,089	3	,030	296,222	,000
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,090	11			

a) Prueba de hipótesis

Ho: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta bajos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al nitrógeno.

H1: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al nitrógeno.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al nitrógeno.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey para el Nitrógeno

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Nitrógeno						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-,07000*	,00816	,000	-,0961	-,0439
	Tratamiento 10%	-,09333*	,00816	,000	-,1195	-,0672
	Tratamiento 15%	-,23667*	,00816	,000	-,2628	-,2105

Tratamiento 5%	Muestra inicial	,07000*	,00816	,000	,0439	,0961
	Tratamiento 10%	-,02333	,00816	,081	-,0495	,0028
	Tratamiento 15%	-,16667*	,00816	,000	-,1928	-,1405
Tratamiento 10%	Muestra inicial	,09333*	,00816	,000	,0672	,1195
	Tratamiento 5%	,02333	,00816	,081	-,0028	,0495
	Tratamiento 15%	-,14333*	,00816	,000	-,1695	-,1172
Tratamiento 15%	Muestra inicial	,23667*	,00816	,000	,2105	,2628
	Tratamiento 5%	,16667*	,00816	,000	,1405	,1928
	Tratamiento 10%	,14333*	,00816	,000	,1172	,1695

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamiento.

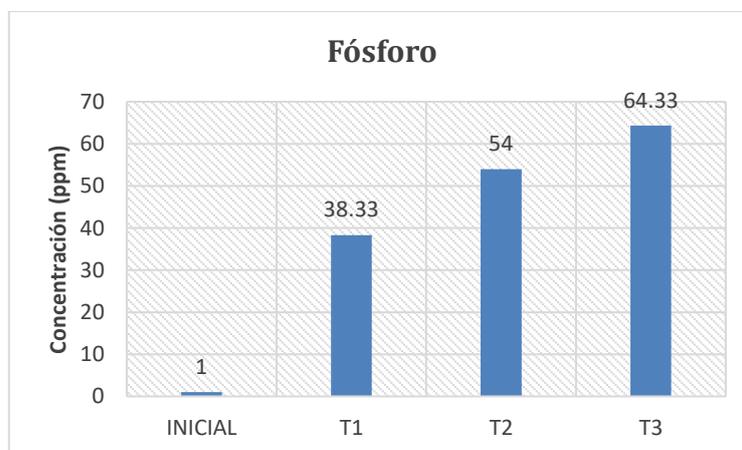
### 3.4. Resultado del Fosforo

**Tabla 12.** Muestra de Datos de Fosforo

Fosforo			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	1	1 ppm
	R2	1	
	R3	1	
T1	R1	38	38,3 ppm
	R2	42	
	R3	35	
T2	R1	57	54 ppm
	R2	54	
	R3	51	
T3	R1	69	64,3 ppm

<b>R2</b>	61
<b>R3</b>	63

**Figura 5. Fósforo**



Se detallan en el Tabla 12 y Figura 5, los resultados obtenidos del fósforo, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un fósforo inicial (TESTIGO) de 1 ppm y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 38,3 ppm, con el (T2 - 10% de biochar) aumentó a 54 ppm, así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar) a 64,3 ppm, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el fósforo.

**Tabla 13. Prueba de Normalidad para el Fósforo**

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Fósforo	Muestra inicial	,957	3	,600
	Tratamiento 5%	,993	3	,843
	Tratamiento 10%	1,000	3	1,000
	Tratamiento 15%	,923	3	,463
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 14.** Prueba de Anova para el Fósforo

ANOVA					
Fósforo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6950,807	3	2316,936	239,625	,000
Dentro de grupos	77,352	8	9,669		
Total	7028,159	11			

a) Prueba de hipótesis

Ho: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta bajos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al fósforo.

H1: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al fósforo

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al fósforo.

**Tabla 15. Prueba de Tukey para el Fósforo**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Fósforo						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-37,41667*	2,53890	,000	-45,5471	-29,2862
	Tratamiento 10%	-53,08333*	2,53890	,000	-61,2138	-44,9529
	Tratamiento 15%	-63,41667*	2,53890	,000	-71,5471	-55,2862
Tratamiento 5%	Muestra inicial	37,41667*	2,53890	,000	29,2862	45,5471
	Tratamiento 10%	-15,66667*	2,53890	,001	-23,7971	-7,5362
	Tratamiento 15%	-26,00000*	2,53890	,000	-34,1305	-17,8695
Tratamiento 10%	Muestra inicial	53,08333*	2,53890	,000	44,9529	61,2138
	Tratamiento 5%	15,66667*	2,53890	,001	7,5362	23,7971
	Tratamiento 15%	-10,33333*	2,53890	,015	-18,4638	-2,2029
Tratamiento 15%	Muestra inicial	63,41667*	2,53890	,000	55,2862	71,5471
	Tratamiento 5%	26,00000*	2,53890	,000	17,8695	34,1305
	Tratamiento 10%	10,33333*	2,53890	,015	2,2029	18,4638

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

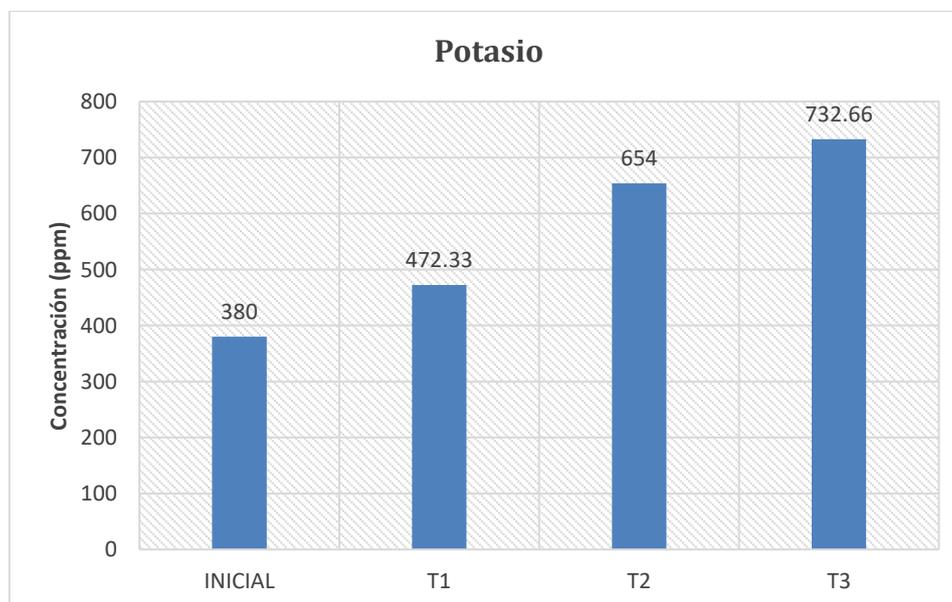
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

### 3.5. Resultado del Potasio

**Tabla 16. Muestra de Datos del Potasio**

<b>Potasio</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticion</b>	<b>Resultado</b>	<b>Promedio</b>
<b>INICIAL</b>	<b>R1</b>	380	380 ppm
	<b>R2</b>	380	
	<b>R3</b>	380	
<b>T1</b>	<b>R1</b>	497	472,3 ppm
	<b>R2</b>	425	
	<b>R3</b>	495	
<b>T2</b>	<b>R1</b>	611	654 ppm
	<b>R2</b>	689	
	<b>R3</b>	662	
<b>T3</b>	<b>R1</b>	756	732,6 ppm
	<b>R2</b>	741	
	<b>R3</b>	701	

**Figura 6. Potasio**



Se detallan en el Tabla 16 y Figura 6, los resultados obtenidos del fósforo, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un potasio inicial (TESTIGO)

de 380 ppm y con el ( T1- 5% de biochar ) aumento a 472,3 ppm , con el (T2- 10% de biochar) aumento a 654 ppm, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) a 732,6 ppm , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el potasio.

**Tabla 17. Prueba de Normalidad para el Potasio**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENT	Shapiro-Wilk		
	O	Estadístico	gl	Sig.
Potasio	Muestra inicial	,842	3	,220
	Tratamiento 5%	,771	3	,047
	Tratamiento 10%	,969	3	,664
	Tratamiento 15%	,936	3	,510
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 18. Prueba de Anova para el Potasio**

ANOVA					
Potasio					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	239460,667	3	79820,222	78,300	,000

Dentro de grupos	8155,333	8	1019,417		
Total	247616,000	11			

a) Prueba de hipótesis

Ho: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta bajos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al potasio.

H1: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al potasio.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al potasio.

**Tabla 19. Prueba de Tukey para el Potasio**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Potasio						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-95,33333*	26,06935	,027	-178,8166	-11,8501
	Tratamiento 10%	277,00000*	26,06935	,000	360,4832	193,5168
	Tratamiento 15%	355,66667*	26,06935	,000	439,1499	272,1834

Tratamiento 5%	Muestra inicial	95,33333*	26,06935	,027	11,8501	178,8166
	Tratamiento 10%	- 181,66667*	26,06935	,001	- 265,1499	-98,1834
	Tratamiento 15%	- 260,33333*	26,06935	,000	- 343,8166	- 176,8501
Tratamiento 10%	Muestra inicial	277,00000*	26,06935	,000	193,5168	360,4832
	Tratamiento 5%	181,66667*	26,06935	,001	98,1834	265,1499
	Tratamiento 15%	-78,66667	26,06935	,065	- 162,1499	4,8166
Tratamiento 15%	Muestra inicial	355,66667*	26,06935	,000	272,1834	439,1499
	Tratamiento 5%	260,33333*	26,06935	,000	176,8501	343,8166
	Tratamiento 10%	78,66667	26,06935	,065	-4,8166	162,1499

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

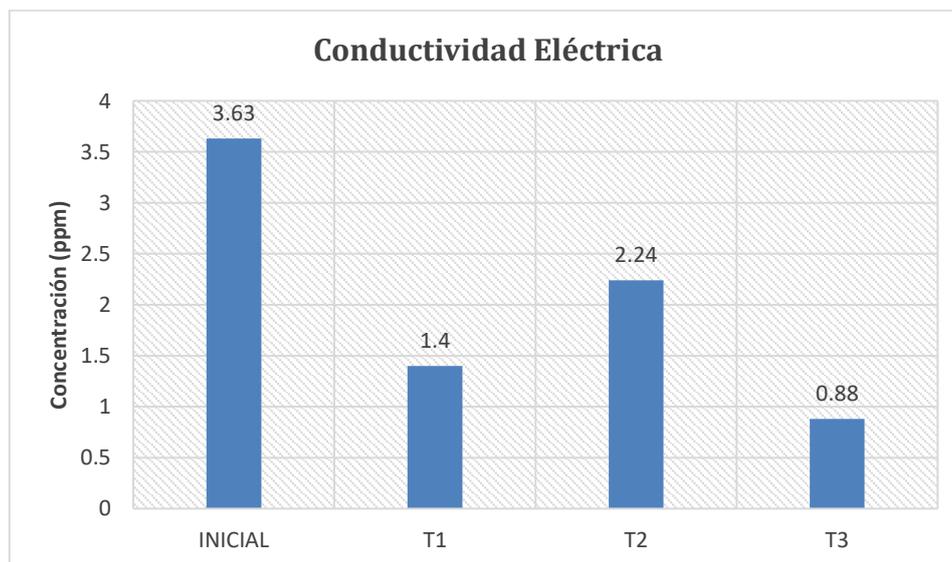
### 3.6 Conductividad eléctrica

**Tabla 20.** Muestra de Datos del Conductividad Eléctrica

Conductividad Eléctrica			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	3,63	3,63 mS/cm
	R2	3,63	
	R3	3,63	
T1	R1	1,47	1,4 mS/cm
	R2	1,35	
	R3	1,38	
T2	R1	2,25	

	<b>R2</b>	2,28	2,24
	<b>R3</b>	2,19	mS/cm
<b>T3</b>	<b>R1</b>	0,9	0,88
	<b>R2</b>	0,94	mS/cm
	<b>R3</b>	0,8	

**Figura 7. Conductividad eléctrica**



Se detallan en el Tabla 20 y Figura 7, los resultados obtenidos de la conductividad eléctrica, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose una conductividad eléctrica inicial (TESTIGO) de 3,63 mS/cm y con el ( T1- 5% de biochar ) disminuyó a 1,4 mS/cm, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 2,24 mS/cm, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) a 0,88 mS/cm, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T1 – 5% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para la conductividad eléctrica.

**Tabla 21. Prueba de Normalidad para la conductividad eléctrica**

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Conductividad Eléctrica	Muestra inicial	,987	3	,780
	Tratamiento 5%	,923	3	,463
	Tratamiento 10%	,964	3	,637

	Tratamiento 15%	,942	3	,537
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 22.** Prueba de Anova para la conductividad eléctrica

ANOVA					
Conductividad Eléctrica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,976	3	3,992	748,514	,000
Dentro de grupos	,043	8	,005		
Total	12,019	11			

a) Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022.Con respecto a la conductividad Eléctrica.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto a la conductividad Eléctrica.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto a la conductividad Eléctrica.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey para la conductividad eléctrica

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Conductividad Eléctrica						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	2,12333*	,05963	,000	1,9324	2,3143
	Tratamiento 10%	1,28333*	,05963	,000	1,0924	1,4743
	Tratamiento 15%	2,64333*	,05963	,000	2,4524	2,8343
Tratamiento 5%	Muestra inicial	-2,12333*	,05963	,000	-2,3143	-1,9324
	Tratamiento 10%	-,84000*	,05963	,000	-1,0310	-,6490
	Tratamiento 15%	,52000*	,05963	,000	,3290	,7110
Tratamiento 10%	Muestra inicial	-1,28333*	,05963	,000	-1,4743	-1,0924
	Tratamiento 5%	,84000*	,05963	,000	,6490	1,0310
	Tratamiento 15%	1,36000*	,05963	,000	1,1690	1,5510
Tratamiento 15%	Muestra inicial	-2,64333*	,05963	,000	-2,8343	-2,4524
	Tratamiento 5%	-,52000*	,05963	,000	-,7110	-,3290
	Tratamiento 10%	-1,36000*	,05963	,000	-1,5510	-1,1690

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho:Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

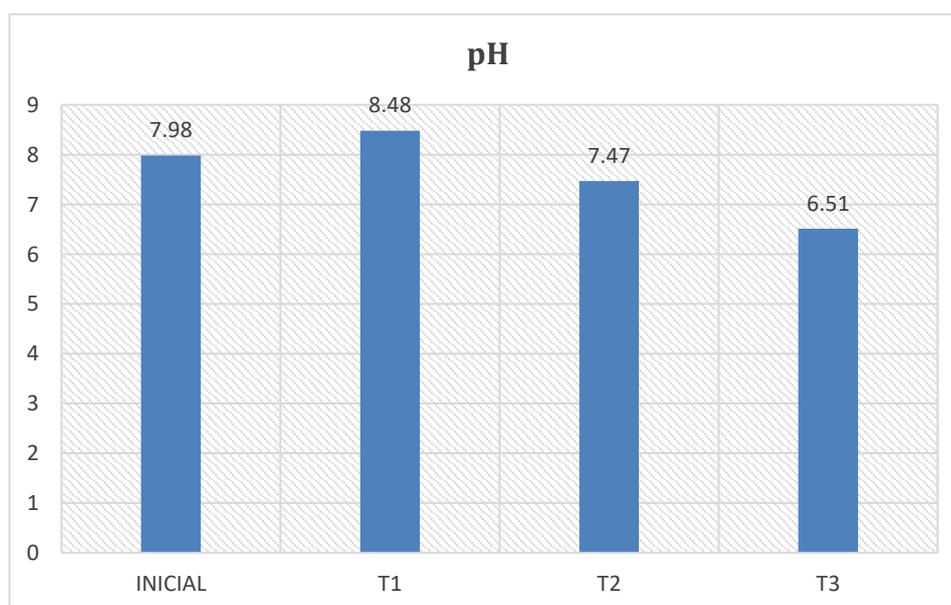
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

### 3.7 Resultado del pH

**Tabla 24.** Muestra de Datos del pH

pH			
Tratamiento	Repeticion	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	7,98	7,98
	R2	7,98	
	R3	7,98	
T1	R1	8,42	8,48
	R2	8,6	
	R3	8,42	
T2	R1	7,5	7,47666667
	R2	7,49	
	R3	7,44	
T3	R1	6,51	6,51
	R2	6,44	
	R3	6,58	

**Figura 8.** Potencial de Hidrógeno - pH



Se detallan en el Tabla 24 y Figura 8, los resultados obtenidos del pH, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un pH inicial (TESTIGO) de 7,98 y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 8,48, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 7,47, así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar) 6,5 %, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el pH.

**Tabla 25. Prueba de Normalidad para el pH**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
pH	Muestra inicial	,913	3	,428
	Tratamiento 5%	,750	3	,000
	Tratamiento 10%	,871	3	,298
	Tratamiento 15%	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

**P valor** mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 26 . Prueba de Anova para el pH**

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

Entre grupos	6,044	3	2,015	119,634	,000
Dentro de grupos	,135	8	,017		
Total	6,179	11			

a) Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al pH.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al pH.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al pH.

**Tabla 27. Prueba de Anova para el pH**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-,67667*	,10596	,001	-1,0160	-,3373

	Tratamiento 10%	,32667	,10596	,059	-,0127	,6660
	Tratamiento 15%	1,29333*	,10596	,000	,9540	1,6327
Tratamiento 5%	Muestra inicial	,67667*	,10596	,001	,3373	1,0160
	Tratamiento 10%	1,00333*	,10596	,000	,6640	1,3427
	Tratamiento 15%	1,97000*	,10596	,000	1,6307	2,3093
Tratamiento 10%	Muestra inicial	-,32667	,10596	,059	-,6660	,0127
	Tratamiento 5%	-1,00333*	,10596	,000	-1,3427	-,6640
	Tratamiento 15%	,96667*	,10596	,000	,6273	1,3060
Tratamiento 15%	Muestra inicial	-1,29333*	,10596	,000	-1,6327	-,9540
	Tratamiento 5%	-1,97000*	,10596	,000	-2,3093	-1,6307
	Tratamiento 10%	-,96667*	,10596	,000	-1,3060	-,6273
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

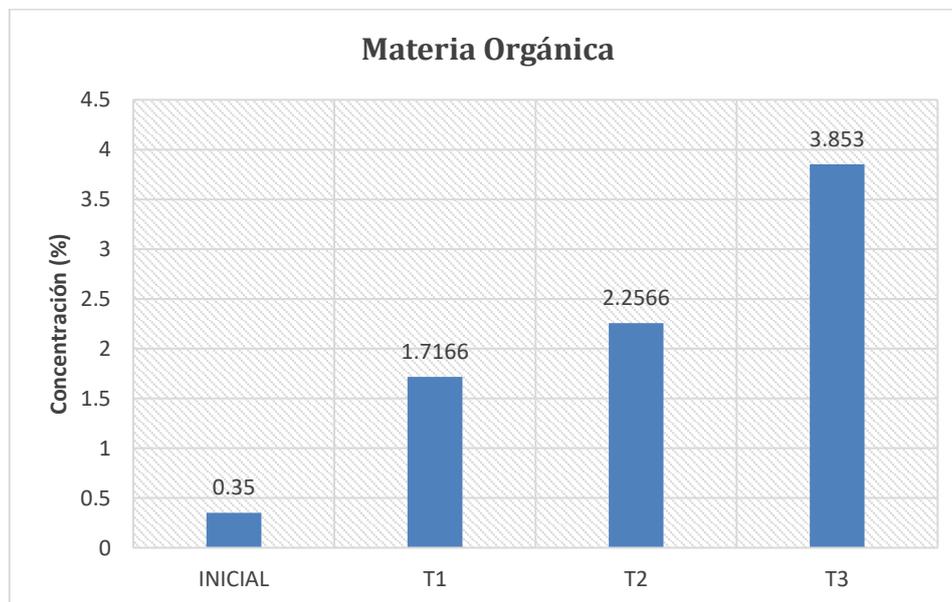
### 3.8 Resultado del Materia Orgánica

**Tabla 28.** Muestra de Datos de la Materia Orgánica

Materia Orgánica			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	0,35	0,35 %
	R2	0,35	
	R3	0,35	
T1	R1	1,59	1,71%
	R2	1,84	
	R3	1,72	
T2	R1	2,39	2,25%
	R2	2,29	

	<b>R3</b>	2,09	
	<b>R1</b>	3,86	
<b>T3</b>	<b>R2</b>	3,91	3,85%
	<b>R3</b>	3,79	

**Figura 9. Materia Orgánica**



Se detallan en el Tabla 28 y Figura 9, los resultados obtenidos de la materia orgánica, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un materia orgánica inicial (TESTIGO) de 0,35% y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 1,7166% , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 2,25% , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 3,85 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para la materia orgánica.

**Tabla 29. Prueba de Normalidad para la Materia Orgánica**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Materia Orgánica	Muestra inicial	1,000	3	1,000
	Tratamiento 5%	,999	3	,956

	Tratamiento 10%	,964	3	,637
	Tratamiento 15%	,991	3	,817
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 30. Prueba de Anova para la Materia Orgánica**

ANOVA					
Materia Orgánica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18,584	3	6,195	569,630	,000
Dentro de grupos	,087	8	,011		
Total	18,671	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta bajos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022.

H1: La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022.

**Tabla 31. Prueba de Tukey para la Materia Orgánica**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Materia Orgánica						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-1,33667*	,08515	,000	-1,6093	-1,0640
	Tratamiento 10%	-1,87667*	,08515	,000	-2,1493	-1,6040
	Tratamiento 15%	-3,47333*	,08515	,000	-3,7460	-3,2007
Tratamiento 5%	Muestra inicial	1,33667*	,08515	,000	1,0640	1,6093
	Tratamiento 10%	-,54000*	,08515	,001	-,8127	-,2673
	Tratamiento 15%	-2,13667*	,08515	,000	-2,4093	-1,8640
Tratamiento 10%	Muestra inicial	1,87667*	,08515	,000	1,6040	2,1493
	Tratamiento 5%	,54000*	,08515	,001	,2673	,8127
	Tratamiento 15%	-1,59667*	,08515	,000	-1,8693	-1,3240
Tratamiento 15%	Muestra inicial	3,47333*	,08515	,000	3,2007	3,7460
	Tratamiento 5%	2,13667*	,08515	,000	1,8640	2,4093
	Tratamiento 10%	1,59667*	,08515	,000	1,3240	1,8693

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho:Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

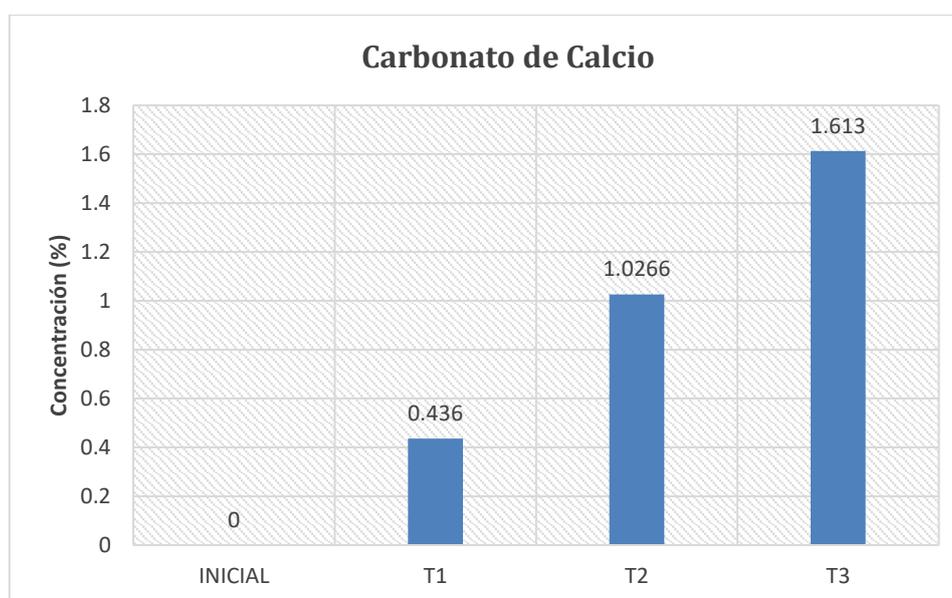
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamiento.

**3.9 Resultado del Carbonato de Calcio**

**Tabla 32. Muestra de Datos del Carbonato de Calcio**

Carbonato de Calcio			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	0	0 %
	R2	0	
	R3	0	
T1	R1	0,44	0,43 %
	R2	0,43	
	R3	0,44	
T2	R1	0,88	1,02 %
	R2	0,88	
	R3	1,32	
T3	R1	1,76	1,61 %
	R2	1,32	
	R3	1,76	

**Figura 10. Carbonato de Calcio**



Se detallan en el Tabla 32 y Figura 10, los resultados obtenidos del carbonato de calcio, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un carbonato de calcio inicial (TESTIGO) de 0 %y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 0,43 %con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 1,02 %, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 1,61 % ,durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar meq/100 gr) determinando que el es tratamiento más adecuado para el carbonato de calcio.

**Tabla 33. Prueba de Normalidad para el Carbonato de calcio**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Carbonato de Calcio	Muestra inicial	,971	3	,672
	Tratamiento 5%	,750	3	,000
	Tratamiento 10%	,750	3	,000
	Tratamiento 15%	,750	3	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 34. Prueba de Anova para el Carbonato de Calcio**

ANOVA
Carbonato de Calcio

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,963	3	1,321	37,904	,000
Dentro de grupos	,279	8	,035		
Total	4,242	11			

### a) Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al carbonato de calcio.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al carbonato de calcio.

### b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

### c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al carbonato de calcio.

**Tabla 35. Prueba de Tukey para el Carbonato de Calcio**

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: Carbonato de Calcio					
HSD Tukey					
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-,32667	,15242	,219	-,8148	,1615
	Tratamiento 10%	-,91667*	,15242	,001	-1,4048	-,4285
	Tratamiento 15%	-1,50333*	,15242	,000	-1,9915	-1,0152
Tratamiento 5%	Muestra inicial	,32667	,15242	,219	-,1615	,8148
	Tratamiento 10%	-,59000*	,15242	,020	-1,0781	-,1019
	Tratamiento 15%	-1,17667*	,15242	,000	-1,6648	-,6885
Tratamiento 10%	Muestra inicial	,91667*	,15242	,001	,4285	1,4048
	Tratamiento 5%	,59000*	,15242	,020	,1019	1,0781
	Tratamiento 15%	-,58667*	,15242	,020	-1,0748	-,0985
Tratamiento 15%	Muestra inicial	1,50333*	,15242	,000	1,0152	1,9915
	Tratamiento 5%	1,17667*	,15242	,000	,6885	1,6648
	Tratamiento 10%	,58667*	,15242	,020	,0985	1,0748

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

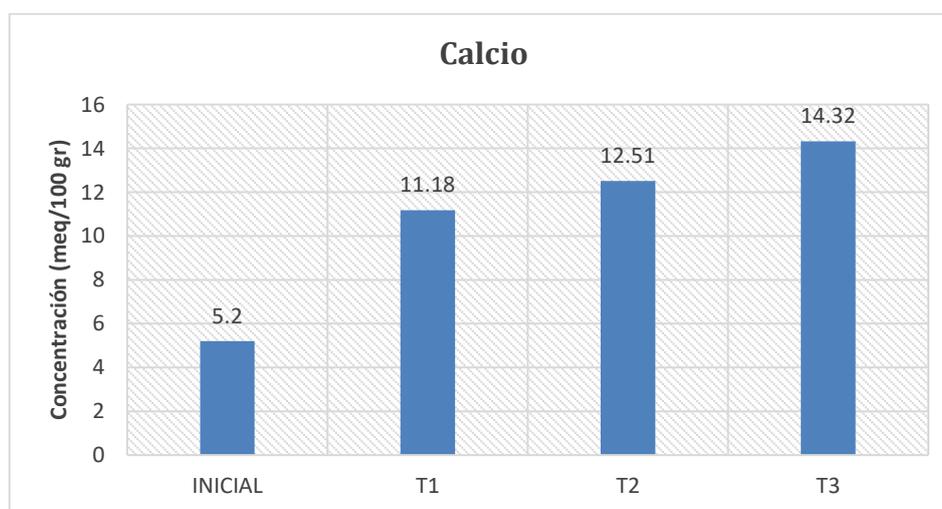
### 3.10 Resultado del Calcio

**Tabla 36. Muestra de Datos del Calcio**

Calcio			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
<b>INICIAL</b>	<b>R1</b>	5,2	5,2 meq/100 gr
	<b>R2</b>	5,2	
	<b>R3</b>	5,2	
<b>T1</b>	<b>R1</b>	11,49	
	<b>R2</b>	10,98	

	<b>R3</b>	11,09	11,18 meq/100 gr
<b>T2</b>	<b>R1</b>	12,99	12,51 meq/100 gr
	<b>R2</b>	12,48	
	<b>R3</b>	12,06	
<b>T3</b>	<b>R1</b>	14,78	14,32 meq/100 gr
	<b>R2</b>	14,01	
	<b>R3</b>	14,18	

**Figura 11. Calcio**



Se detallan en el Tabla 36 y Figura 11, los resultados obtenidos de calcio tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un calcio inicial (TESTIGO) de 5,2 meq/100 gr y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 11,18 meq/100 gr, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 12,51 meq/100 gr , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 14,32 meq/100 gr , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el calcio.

**Tabla 37. Prueba de Normalidad para el Calcio**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.

Calcio	Muestra inicial	,993	3	,843
	Tratamiento 5%	,903	3	,394
	Tratamiento 10%	,997	3	,893
	Tratamiento 15%	,906	3	,404
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 38. Prueba de Anova para el Calcio**

ANOVA					
Calcio					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	129,582	3	43,194	300,011	,000
Dentro de grupos	1,152	8	,144		
Total	130,734	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022.Con respecto al calcio.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos

de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al calcio.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al calcio.

**Tabla 39. Prueba de Tukey para el Calcio**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Calcio						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-5,65333*	,30981	,000	-6,6455	-4,6612
	Tratamiento 10%	-6,97667*	,30981	,000	-7,9688	-5,9845
	Tratamiento 15%	-8,79000*	,30981	,000	-9,7821	-7,7979
Tratamiento 5%	Muestra inicial	5,65333*	,30981	,000	4,6612	6,6455
	Tratamiento 10%	-1,32333*	,30981	,012	-2,3155	-,3312
	Tratamiento 15%	-3,13667*	,30981	,000	-4,1288	-2,1445
Tratamiento 10%	Muestra inicial	6,97667*	,30981	,000	5,9845	7,9688
	Tratamiento 5%	1,32333*	,30981	,012	,3312	2,3155
	Tratamiento 15%	-1,81333*	,30981	,002	-2,8055	-,8212
Tratamiento 15%	Muestra inicial	8,79000*	,30981	,000	7,7979	9,7821
	Tratamiento 5%	3,13667*	,30981	,000	2,1445	4,1288
	Tratamiento 10%	1,81333*	,30981	,002	,8212	2,8055

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho:Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

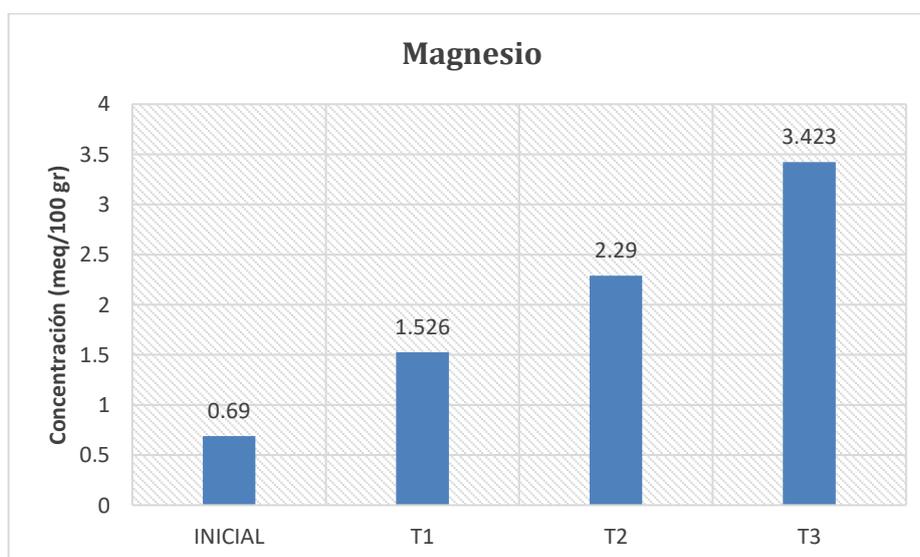
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

### 3.11 Resultado del Magnesio

**Tabla 40.** Muestra de Datos de Magnesio

Magnesio			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	0,69	0,69 meq/100 gr
	R2	0,69	
	R3	0,69	
T1	R1	1,41	1,52 meq/100 gr
	R2	1,68	
	R3	1,49	
T2	R1	2,25	2,29 meq/100 gr
	R2	2,35	
	R3	2,27	
T3	R1	3,47	3,42 meq/100 gr
	R2	3,3	
	R3	3,5	

**Figura 12.** Magnesio



Se detallan en el Tabla 40 y Figura 12, los resultados obtenidos de magnesio, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un magnesio inicial (TESTIGO) de 0,69 meq/100 gr y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 1,52 meq/100 gr, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 2,29 meq/100 gr, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar) 3,42 meq/100 gr, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el magnesio.

**Tabla 41. Prueba de Normalidad para el Magnesio**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENT	Shapiro-Wilk		
	O	Estadístico	gl	Sig.
Magnesio	Muestra inicial	,987	3	,780
	Tratamiento 5%	,948	3	,559
	Tratamiento 10%	,893	3	,363
	Tratamiento 15%	,860	3	,266
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 42. Prueba de Anova para el Magnesio**

ANOVA					
Magnesio					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

Entre grupos	13,445	3	4,482	317,476	,000
Dentro de grupos	,113	8	,014		
Total	13,558	11			

### Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al magnesio.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al magnesio.

#### b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

#### c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto al magnesio.

**Tabla 43.** Prueba de Tukey para el Magnesio

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Magnesio						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-,99667*	,09701	,000	-1,3073	-,6860
	Tratamiento 10%	-1,76000*	,09701	,000	-2,0707	-1,4493

	Tratamiento 15%	-2,89333*	,09701	,000	-3,2040	-2,5827
Tratamiento 5%	Muestra inicial	,99667*	,09701	,000	,6860	1,3073
	Tratamiento 10%	-,76333*	,09701	,000	-1,0740	-,4527
	Tratamiento 15%	-1,89667*	,09701	,000	-2,2073	-1,5860
Tratamiento 10%	Muestra inicial	1,76000*	,09701	,000	1,4493	2,0707
	Tratamiento 5%	,76333*	,09701	,000	,4527	1,0740
	Tratamiento 15%	-1,13333*	,09701	,000	-1,4440	-,8227
Tratamiento 15%	Muestra inicial	2,89333*	,09701	,000	2,5827	3,2040
	Tratamiento 5%	1,89667*	,09701	,000	1,5860	2,2073
	Tratamiento 10%	1,13333*	,09701	,000	,8227	1,4440
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

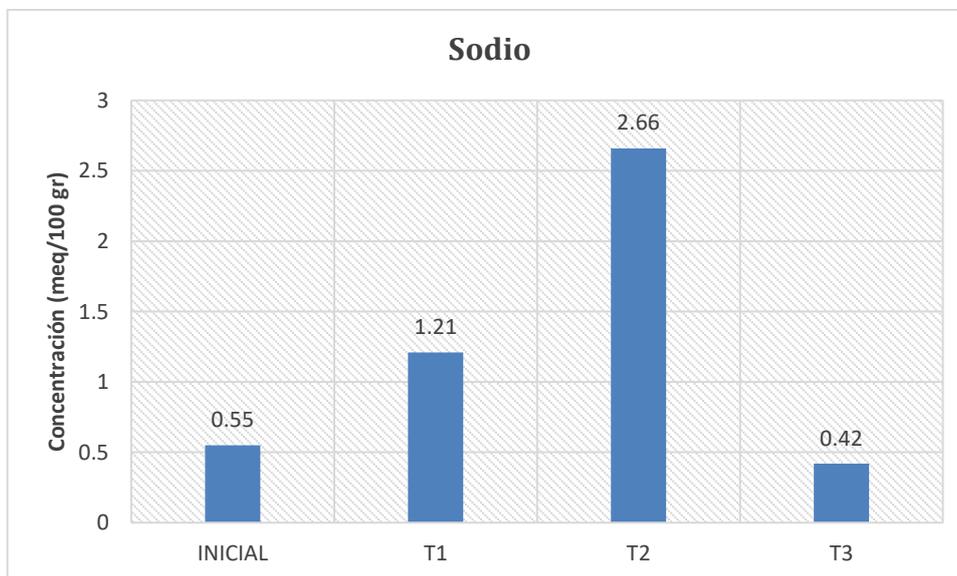
### 3.12 Resultado del Carbonato del Sodio

**Tabla 44.** Muestra de Datos del Sodio

Sodio			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
<b>INICIAL</b>	<b>R1</b>	0,55	0,55
	<b>R2</b>	0,55	meq/100
	<b>R3</b>	0,55	gr
<b>T1</b>	<b>R1</b>	1,26	1,21
	<b>R2</b>	1,14	meq/100
	<b>R3</b>	1,23	gr
<b>T2</b>	<b>R1</b>	2,63	2,66
	<b>R2</b>	2,78	meq/100
	<b>R3</b>	2,57	gr

<b>T3</b>	<b>R1</b>	0,44	0,42
	<b>R2</b>	0,33	meq/100
	<b>R3</b>	0,49	gr

**Figura 13. Sodio**



Se detallan en el Tabla 44 y Figura 13, los resultados obtenidos de sodio, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un sodio inicial (TESTIGO) de 0,55 meq/100 gr y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 1,21 meq/100 gr, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 2,66 meq/100 gr, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar) 0,42 meq/100 gr, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el sodio.

**Tabla 45. Prueba de Normalidad para el Sodio**

<b>Pruebas de normalidad</b>				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Sodio	Muestra inicial	,993	3	,843
	Tratamiento 5%	,923	3	,463
	Tratamiento 10%	,942	3	,537
	Tratamiento 15%	,955	3	,593
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 46. Prueba de Anova para el Sodio**

ANOVA					
Sodio					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9,635	3	3,212	545,882	,000
Dentro de grupos	,047	8	,006		
Total	9,682	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al sodio.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al sodio.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022. Con respecto al sodio.

**Tabla 47. Prueba de Tukey para el Sodio**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sodio						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-,69667*	,06263	,000	-,8972	-,4961
	Tratamiento 10%	-2,14667*	,06263	,000	-2,3472	-1,9461
	Tratamiento 15%	,09333	,06263	,485	-,1072	,2939
Tratamiento 5%	Muestra inicial	,69667*	,06263	,000	,4961	,8972
	Tratamiento 10%	-1,45000*	,06263	,000	-1,6506	-1,2494
	Tratamiento 15%	,79000*	,06263	,000	,5894	,9906
Tratamiento 10%	Muestra inicial	2,14667*	,06263	,000	1,9461	2,3472
	Tratamiento 5%	1,45000*	,06263	,000	1,2494	1,6506
	Tratamiento 15%	2,24000*	,06263	,000	2,0394	2,4406
Tratamiento 15%	Muestra inicial	-,09333	,06263	,485	-,2939	,1072
	Tratamiento 5%	-,79000*	,06263	,000	-,9906	-,5894
	Tratamiento 10%	-2,24000*	,06263	,000	-2,4406	-2,0394

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

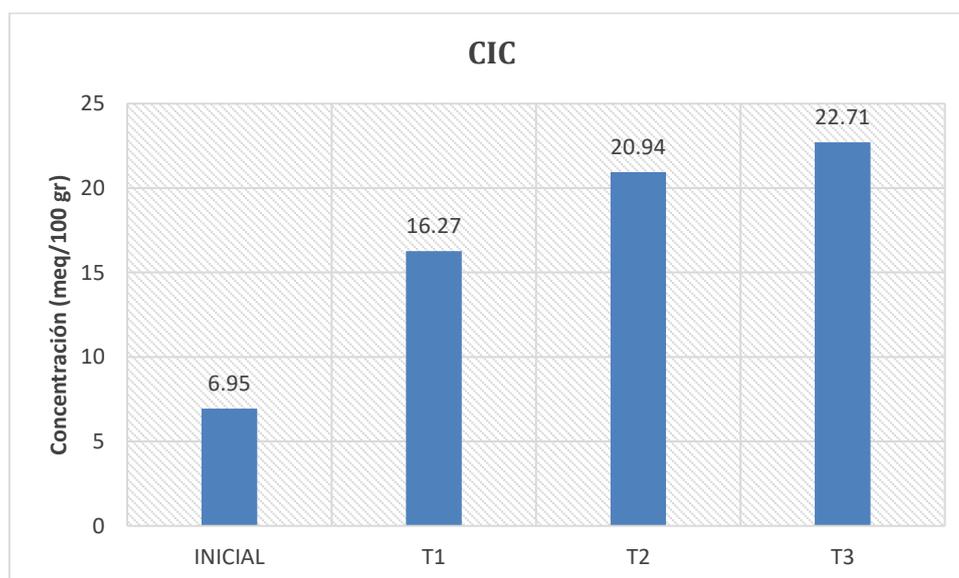
P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos.

### 3.13 Resultado de la capacidad de intercambio catiónico - CIC

**Tabla 48. Muestra de Datos del CIC**

CIC			
Tratamiento	Repetición	Resultado	Promedio
INICIAL	R1	6,95	6,95 meq/100 gr
	R2	6,95	
	R3	6,95	
T1	R1	16,31	16,27 meq/100 gr
	R2	16,07	
	R3	16,45	
T2	R1	21,66	20,94 meq/100 gr
	R2	20,75	
	R3	20,43	
T3	R1	23,19	22,71 meq/100 gr
	R2	22,59	
	R3	22,37	

**Figura 14. Capacidad de intercambio catiónico - CIC**



Se detallan en el Tabla 48 y Figura 14, los resultados obtenidos del CIC, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un CIC inicial (TESTIGO) de

6,95 meq/100 gr y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 16,27 meq/100 gr , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 20,94 meq/100 gr, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 22,71 meq/100 gr , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el CIC.

**Tabla 49. Prueba de Normalidad para la Capacidad de Intercambio Catiónico**

Pruebas de normalidad				
	TRATAMIENTO	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de intercambio catiónico	Muestra inicial	.	3	.
	Tratamiento 5%	,977	3	,712
	Tratamiento 10%	,929	3	,484
	Tratamiento 15%	,933	3	,501
a. Corrección de significación de Lilliefors				

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla 50. Prueba de Anova para la Capacidad de Intercambio Catiónico**

ANOVA					
Capacidad de intercambio Catiónico					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	448,422	3	149,474	957,707	,000
Dentro de grupos	1,249	8	,156		

Total	449,671	11			
-------	---------	----	--	--	--

### Prueba de hipótesis

Ho: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, no es adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto a la capacidad de intercambio Catiónico.

H1: La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico.

### b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

### c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La dosis de 15% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuada para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa, 2022. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico.

**Tabla 51. Prueba de Tukey para la Capacidad de Intercambio Catiónico**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Capacidad de intercambio catiónico						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra inicial	Tratamiento 5%	-9,32667*	,32257	,000	-10,3596	-8,2937
	Tratamiento 10%	-13,99667*	,32257	,000	-15,0296	-12,9637
	Tratamiento 15%	-15,76667*	,32257	,000	-16,7996	-14,7337

Tratamiento 5%	Muestra inicial	9,32667*	,32257	,000	8,2937	10,3596
	Tratamiento 10%	-4,67000*	,32257	,000	-5,7030	-3,6370
	Tratamiento 15%	-6,44000*	,32257	,000	-7,4730	-5,4070
Tratamiento 10%	Muestra inicial	13,99667*	,32257	,000	12,9637	15,0296
	Tratamiento 5%	4,67000*	,32257	,000	3,6370	5,7030
	Tratamiento 15%	-1,77000*	,32257	,003	-2,8030	-,7370
Tratamiento 15%	Muestra inicial	15,76667*	,32257	,000	14,7337	16,7996
	Tratamiento 5%	6,44000*	,32257	,000	5,4070	7,4730
	Tratamiento 10%	1,77000*	,32257	,003	,7370	2,8030
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

a) Prueba de hipótesis

Ho: Existe un cambio negativo tras la adición de los tratamientos

H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe un cambio positivo tras la adición de los tratamientos

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIÓN

#### POTASIO POSITIVO

Con respecto al potasio positivo ( TESTIGO) de 0,52 y con el ( T1- 5% de biochar) aumentó a 2,52 , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 3,48 , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 4,55 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el potasio positivo. Así mismo se evidencio que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al potasio positivo, tales como : Solla et,al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “ pudo determinar que la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones , se determinó que el potasio aumento de 0 a de 2,6 mg/kg aumentando un 0,74%. Herrera, (2018), en su tesis titulada “Pirólisis de biomasa para la obtención de biocarbón y su efecto en el rendimiento de tomate“ determinó que tras aplicar el tratamiento el potasio positivo aumentó un 42% respecto al inicial.

#### NITRÓGENO

El nitrógeno inicial ( TESTIGO) fue de 0,02 , así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar ) aumento a 0,253 , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T4 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el nitrógeno. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al nitrógeno tales como : Solla et,al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “ pudo determinar que la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones, se determinó que el

nitrógeno aumentó en 0,84%, con respecto al inicial. Fiallos et. al, (2015) en su artículo científico titulado “Restauración ecológica del suelo aplicando el carbón vegetal, y su efecto en la producción de la medicado sativa“, con respecto al nitrógeno este fue de 0,09 % y tras el tratamiento aumentó a 0,11%, tras la adición del tratamiento. Inostroza et.al,(2015) en su artículo científico titulado “Efecto de la incorporación de carbón vegetal y paja de trigo sobre la actividad biológica de consuelo serie freire, orden andisol, región de la Araucanía, Chile“, este autor determinó que tras la adición del tratamiento el nitrógeno , aumentó de 19,12 mg/kg a 4211 mg/kg. Ramírez,(2014) en sus tesis titulada para el título de ingeniero agrónomo, “El carbón vegetal forestal como sustrato, más nitrógeno, fósforo y potasio (N.P.K.), en el cultivo de Raphanus Sativa “rábano”. Iquitos – 2014" determinó que el nitrógeno aumentó de 32.6 mg/kg a 603 mg/kg. (Iglesias,2018) “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano” determinó que el nitrógeno aumentó 0,29 mg/kg a 4,19 mg/kg.

## FÓSFORO

El fósforo inicial ( TESTIGO) fue de 1 , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar) aumentó a 64,33 , siendo el que presentó un mayor aumento con respecto a los otros. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al fósforo, tales como : Solla et.al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “ pudo determinar que la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones, se determinó que el fósforo aumentó en 0,65%, con respecto al inicial. Asi mismo Damian, et.al, (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de fósforo , la cual

aumentó a 6,50 ppm respecto al inicial. Fiallos et. al, (2015) en su artículo científico titulado “Restauración ecológica del suelo aplicando el carbón vegetal, y su efecto en la producción de la medicado sativa“, con respecto al fósforo antes del tratamiento fue de 601,39 mg/kg y este disminuye a 529,59 mg/kg. Ramírez,(2014) en sus tesis titulada para el título de ingeniero agrónomo, “El carbón vegetal forestal como sustrato, más nitrógeno, fósforo y potasio (N.P.K.), en el cultivo de Raphanus Sativa “rábano”. Iquitos – 2014" determinó que el fósforo aumentó de 36 mg/kg a 294 mg/kg. (Iglesias,2018) en su investigación titulada “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano” determinó que el fósforo aumentó un 1,27%.

## **POTASIO**

El potasio inicial (TESTIGO) fue de 380 y con el ( T1- 5% de biochar ) aumento a 472,33 , con el (T2- 10% de biochar) aumento a 654 , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) a 732,66 , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el potasio. Así mismo se evidencio que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al potasio, tales como : Solla et,al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “ pudo determinar que la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones, se determinó que el potasio final fue de 2,6 mg/kg. Asi mismo Damian, et.al, (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de potasio , la cual aumentó 3,27 ppm respecto al inicial. Fiallos et. al, (2015) en su artículo científico titulado “Restauración

ecológica del suelo aplicando el carbón vegetal, y su efecto en la producción de la medicado sativa“, con respecto al potasio este fue de 627,19 mg/kg y tras el tratamiento fue de 624,2 mg/kg. Ramírez,(2014) en sus tesis titulada para el título de ingeniero agrónomo, “El carbón vegetal forestal como sustrato, más nitrógeno, fósforo y potasio (N.P.K.), en el cultivo de Raphanus Sativa “rábano”. Iquitos – 2014" determinó que el potasio aumento de 0,92% a 2.15%.

## CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad Eléctrica inicial (TESTIGO) fue de 3,63 dS/m y con el ( T1- 5% de biochar ) disminuyó a 1,4 dS/m , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 2,24 dS/m , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) a 0,88 dS/m , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T1 – 5% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para la conductividad eléctrica. Así mismo se evidencio que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto la conductiva eléctrica tales como : Damian, et.al, (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de la conductividad eléctrica , la cual disminuyó de 10 dS/m a 7,20 dS/m , durante la investigación. Iglesias,2018) “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano” determinando que la conductividad eléctrica disminuye a 6,91 dS/m respecto al inicial. A diferencia de Baldemar, et.al, (2017) En su investigación, planteó usar abono orgánicos proveniente de los residuos de rastrojos y maleza de diversos cultivos, para ello determinó que la conductividad eléctrica aumentó de 1,01 dS/m a 143 dS/m, durante el proceso de investigación.

## pH

El pH, tras la adición de biochar a base de maleza, obteniéndose un pH inicial (TESTIGO) fue de 7,98 y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 8,48 , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 7,47 , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 6,5 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el pH. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al pH, tales como : Solla et.al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio “ pudo determinar que tras la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones, se determinó que el pH se mantuvo estable, durante toda la investigación. Damian, et.al, (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de pH, el cual fue de 7.5, presentando un pH estable durante la investigación. Inostroza et.al,(2015) en su artículo científico titulado “Efecto de la incorporación de carbón vegetal y paja de trigo sobre la actividad biológica de consuelo serie freire, orden andisol, región de la Araucanía, Chile“, este autor determinó que tras la adición del tratamiento el pH, aumentó de 5,47 a 7,8. (Iglesias,2018) “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano” determinó que el pH disminuyó de 10,35 a 7,97.

## **MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica inicial ( TESTIGO) fue de 0,35% y con el ( T1- 5% de biochar) aumentó a 1,7166% , con el (T2- 10% de biochar) aumento a 2,256% , así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar ) 3,853 % , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más

adecuado para la materia orgánica. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto de la materia orgánica, tales como: Solla et al. (2017) en su investigación titulada “Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio” pudo determinar que tras la adición de la ceniza de manera en diferentes concentraciones, se determinó que la materia orgánica aumentó un 4%, presentando una materia orgánica final de 56,1%. Así mismo Damian, et al. (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de materia orgánica, la cual aumentó 1,42% respecto al inicial. Fiallos et al. (2015) en su artículo científico titulado “Restauración ecológica del suelo aplicando el carbón vegetal, y su efecto en la producción de la medicado sativa”, con respecto a la materia orgánica esta aumentó de 0,7% a 1,8%. Inostroza et al. (2015) en su artículo científico titulado “Efecto de la incorporación de carbón vegetal y paja de trigo sobre la actividad biológica de consuelo serie freire, orden andisol, región de la Araucanía, Chile”, este autor determinó que tras la adición del tratamiento el materia orgánica, aumento de 5,2% a 6.8%.

### **CARBONATO DE CALCIO**

El carbonato de calcio inicial (TESTIGO) fue de 0 y con el (T1- 5% de biochar) aumentó a 0,436 con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 1,0266, así mismo se evidencio con el (T3 – 15% biochar) 1,613, durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar) determinando que el es tratamiento más adecuado para el carbonato de calcio. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al carbonato de calcio, tales como: Damian, et al. (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost

enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de carbonato de calcio , la cual aumentó a 3,26% respecto al inicial.

### **CALCIO**

El calcio inicial ( TESTIGO) fue de 5,2 y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 11,18, con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 12,51 , así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar ) 14,32 , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el calcio. Así mismo se evidenció que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al calcio , tales como:

### **CIC**

La CIC inicial ( TESTIGO) fue de 6,95 y con el ( T1- 5% de biochar ) aumentó a 16,27 , con el (T2- 10% de biochar) aumentó a 20,94 , así mismo se evidenció con el (T3 – 15% biochar ) 22,71 , durante el tiempo de investigación, se pudo evidenciar que el (T3 – 15% de biochar ) determinando que el es tratamiento más adecuado para el CIC. Así mismo se evidencio que diferentes autores comprueban que tras la adición de su tratamiento se presentó un cambio y/o variación respecto al CIC , tales como : Asi mismo Damian, et.al, (2018) En la investigación, se buscó mejorar un compost enriquecido con microorganismos eficaces y humus lombriz para ello, el investigador aplicó diversas dosis y/o concentraciones, para ello concluyó que tras la adición del tratamiento se presentó una variación de CIC , la cual aumentó 12,28 meq/100 gr de respecto al inicial. Baldemar, et.al, (2017) En su investigación, planteó usar abono orgánicos proveniente de los residuos de rastrojos y maleza de diversos cultivos, para ello determinó que el CIC, disminuye 44,8 cmol/kg ,durante el proceso de investigación. (Iglesias,2018) “Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro

ecuatoriano” así mismo el autor determinó que el CIC, disminuyó en un 27% respectivamente.

#### 4.2. CONCLUSIONES

- La presente investigación determina que el uso del biochar obtenido de la maleza de la poda de las viviendas, mejoró los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, con respecto al inicial.
- Se concluye que las características iniciales del suelo de baja productividad obtenido para la investigación, evidencia que el suelo presentó una materia orgánica de 0,35%, un nitrógeno de 0,02%, un fósforo de 1 ppm, un fósforo de 380 ppm, carbonato de 0%, un calcio de 2,20 meq/100 gr de suelo y una capacidad de intercambio catiónico de 6,95 meq/100 gr de suelo.
- La composición fisicoquímica del biochar elaborado a base de maleza, presentó una conductividad eléctrica de 2,20 mS/cm, un pH de 8,96, una materia orgánica de 4,89%, un nitrógeno de 0,24%. Un fósforo de 165 ppm, un potasio de 1242 ppm y una capacidad de intercambio catiónico de 28,43 meq/100 gr de biochar.
- La dosis de 15% de biochar por 2 kg de suelo, es el tratamiento más adecuado, para el mejoramiento de los suelos de baja productividad, ya que aumentó los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica a diferencia a las otras dosis y/o concentraciones usadas en el suelo problema.

## REFERENCIAS

- Asto,E., Efecto de biochar del biochar a base de cascara de naranja y excretas de cuy para las propiedades físicas y químicas de los suelos áridos ,en los Olivos. Universidad Cesar Vallejo,2017.
- Baldemar.O,Sánchez R, Ordaz,V., López ,U., Estrada ,M., Pérez ,A., Uso de compostas para mejorar la fertilidad de un suelo Luvisol de ladera, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 8 Núm. 6 14 de agosto - 26 de septiembre, 2017 p. 1273-1285.
- Casas.H., Industria artesanal del carbón vegetal en el Peru, tesis para obtener el grado de titulo de ingeniero forestal. Universidad Nacional de Cajamarca.2014.
- CHENG.C.Lehmann .,J.,thIES.,j.,Burton.,S. Estabilidad de negro de carbón en los suelos a través de un gradiente climático. et al., Journal of Geophysical Research, vol. 113, G02027, doi: 10.1029 / 2007JG000642 de 2008.
- Comisión para la cooperación ambiental. Caracterización y gestión de los residuos organicos en America del Norte. 2017
- DAMIAN,M.,Gonzalez F.,Quiñonez .P.,Teran,j., en su investigación titulada., Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo.,2018  
ISSN: 2413-3299
- E. Kolb .,J. Fermanich . E. Dornbush.Dep. of Natural and Applied Sciences 2420 Nicolet Dr.Univ. of Wisconsin–Green Bay.Green Bay, WI 54311.2009
- FAO, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Carbono orgánico del suelo potencial oculto, 2014.Disponible en :  
<http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>
- FAO, Manual de compostaje del agricultor, experiencias en America Latina.1984
- Fiallos-Ortega, L. R., Flores-Mancheno, L. G., Duchi-Duchi, N., Flores-Mancheno, C. I., Baño-Ayala, D., & Estrada-Orozco, L. (2015). Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de Medicago sativa. *Ciencia y Agricultura*, 12(2), 13-20.
- Globe Investigación de suelos, una investigación de Aprendizaje, 2005
- Herrera,J. Hoyos ,A., Clasificaciones y tipos de suelo. 2018

- Iglesias, S. (2018), Aplicación de biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano, Lima-Perú, (Tesis Pregrado) recuperado de :  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3394>
- INIA.Semana de la ciencia y tecnología jornada de puertas abiertas.2015
- INEI, Perfil sociodemográfico, informe nacional, 2017
- Inostroza,C., Diez,M., Gallardo,F., efecto de la incorporación de carbón vegetal y paja de trigo sobre la actividad biológica de consuelo serie freire, orden andisol, región de la araucanía, Chile. 2015.
- K. Jindo , H. Mizumoto , Y. Sawada , MA Sánchez-Monedero 1, y T. Sonoki .Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Departamento de Conservación y Manejo de Residuos, Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia, España. Instituto de Ciencia Industrial, la Universidad de Tokio, 3-8-1 Komaba, Meguro-ku, Tokio 153 a 8902, Japón . Facultad de Agricultura y Vida-Sciences, Universidad de Hirosaki, Bunkyo-cho, Hirosaki, Aomori 036-8561, Japón
- Lehmann.Biochar sequestration in terrestrial ecosystems, Springer link, 2006
- Minam, Resolucion Ministerial 118 – 2021.
- MINAGRI,Programa presupuestal 0089 reducción de la degradación de los suelos agrarios, 2015.  
<https://docplayer.es/76719782-La-erosion-del-suelo-cartillas-para-la-conservacion-del-suelo-programa-presupues-al-0089-reduccion-de-la-degradacion-de-los-suelos-agrarios.html>
- MORENO,L, en su tesis para obtener el grado de magister de ciencias en producción ambiental titulada , “Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala” Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina,2019.
- NICOLAS,F, Turrent,A., Oropeza ,J.,Martinez, M.,Cortes,J., en su investigación titulada, Pérdida de suelo y relación erosión-productividad en cuatro sistemas de manejo del suelo. Redalcy.org.Vol.24, 2016.
- Obregón. G., (2019). Influencia del Biochar a partir de la biomasa animal y vegetal para la disminución de la conductividad eléctrica de los suelos salinos de

Cañete, 2019, Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú.(Tesis Pregrado) recuperado de : <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35709?locale-attribute=en>

- PRADO,L ., Veiga,M. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo.
- Ramirez,F., “El carbon vegetal forestal como sustrato, mas nitrogeno, fosforo y potasio (n.p.k.), en el cultivo de raphanus sativa “rábano”. Iquitos – 2014",Universidad Nacional de la Amazonia peruana de la facultad de Agronomía.
- Van koni. A., Agricultura orgánica , el suelo y sus componentes físicos. 2006.
- Reminigio, S., Uso del biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio en suelo agrícola contaminado, Huaral. Universidad Cesar Vallejo., 2019
- Rebolledo, A., Perez G., Hidalgo C., Lopez .,J., Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo [2016]
- SENTIS,I. en su articulo presentado en el x congreso Ecuatoriano de la Ciencia del suelo, Problemas de degradación de suelos en el mundo, causas y consecuencias.2013
- SOLLA.f., Rodriguez .S., Merino.,A., Evaluacion del aporte de la cenza de madera en un suelo acido mediante un ensayo en laboratorio. Departamento de Produccion Vegetal.Escuela Politecnica superior Universidad de Santiago de Compostera

## ANEXOS

**Imagen 1 Delimitación del área de estudio**



**Imagen 2 Obtención de la muestra de suelo**



**Imagen 3 Muestra de suelo inicial**



**Imagen 4 Elaboracion del Biochar**



**Imagen 5 Enfriamiento del Biochar obtenido**



**Imagen 6 Obtencion del Biochar**



### Imagen 7 Envío de muestra del biochar al laboratorio



### Imagen 8 Tamizado de suelo



**Imagen 9 Pesado de suelo**



**Imagen 10 Tamizado del Biochar**



**Imagen 11 pesado del biochar según concentración (5%,10% y 15%)**



**Imagen 12 Rotulación de los maceteros**



**Imagen 13 Orden de las maceteros según tratamientos según concentración**



### Imagen 14 Envío de las muestras al laboratorio



## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 23/03/2022  
 ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** BIOCHAR

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIALES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
290	2.20	8.96	4.89	0.24	165	1242	1.76	16.41	4.45	0.95	6.62	28.43

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Fuertemente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Alto  
**NITROGENO** (N) : Alto  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

**INIA**  
**Estación Experimental Agraria**  
**Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral**

**Dra. BEATRIZ SALES DAVILA**  
 © LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA

**FECHA:** 23/03/2022  
**CODIGO:** MUESTRA INICIAL

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
291	3.63	7.98	0.35	0.02	1	380	0	5.20	0.69	0.55	0.52	6.95

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Sin peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Bajo  
**NITROGENO** (N) : Bajo  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Bajo  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Sin presencia

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral

Dra. BEATRIZ SALES DAVILA  
© LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
 ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 5% - R1

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
292	1.47	8.42	1.59	0.08	38	497	0.44	11.49	1.41	1.26	2.65	16.31

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Bajo  
**NITROGENO** (N) : Bajo  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal  
**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

### OBSERVACIONES:

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

**INIA**  
**Estación Experimental Agraria**  
**Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral**

**Dra. BEATRIZ SALES DAVILA**  
 © LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
 ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 5% - R2

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
293	1.35	8.60	1.84	0.09	42	425	0.43	10.98	1.68	1.14	2.27	16.07

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Fuertemente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Bajo  
**NITROGENO** (N) : Bajo  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Sin presencia

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA

® LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
 ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 5% - R3

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
294	1.38	8.42	1.72	0.09	35	495	0.44	11.09	1.49	1.23	2.64	16.45

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Bajo  
**NITROGENO** (N) : Bajo  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

**INIA**  
 Estación Experimental Agraria  
 Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral

**Dra. BEATRIZ SALES DAVILA**  
 © LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
 ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA  
**FECHA:** 15/06/2022  
**CODIGO:** TRATAMIENTO 10% - R1

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
295	2.25	7.50	2.39	0.12	57	611	0.88	12.99	2.25	2.63	3.79	21.66

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Fuertemente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio  
**NITROGENO** (N) : Medio  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA  
® LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 10% - R2

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
296	2.28	7.49	2.29	0.11	54	689	0.88	12.48	2.35	2.78	3.14	20.75

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio  
**NITROGENO** (N) : Medio  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral

Dra. BEATRIZ SALES DAVILA  
© LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA  
**FECHA:** 15/06/2022  
**CODIGO:** TRATAMIENTO 10% - R3

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
297	2.19	7.44	2.09	0.10	51	662	1.32	12.06	2.27	2.57	3.53	20.43

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino

**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales

**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio

**NITROGENO** (N) : Medio

**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto

**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto

**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA

© LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 15% - R1

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
298	0.90	6.51	3.86	0.24	69	756	1.76	14.78	3.47	0.44	4.50	23.19

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Fuertemente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio  
**NITROGENO** (N) : Medio  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal  
**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

### OBSERVACIONES:

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA  
® LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 15% - R2

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
299	0.94	6.44	3.91	0.25	61	741	1.32	14.01	3.30	0.33	4.95	22.59

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Moderadamente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio  
**NITROGENO** (N) : Medio  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA  
© LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
ABONOS ORGANICOS

## ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

**NOMBRE:** MAYRA MARUJA CAMPOS ROBLES **FECHA:** 15/06/2022  
 ELISSET ESPERANZA FAJARDO FRANCO  
**DIRECCION:** DISTRITO SANTA ROSA - LIMA **CODIGO:** TRATAMIENTO 15% - R3

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
300	0.80	6.58	3.79	0.27	63	701	1.76	14.18	3.50	0.49	4.20	22.37

**REACCIÓN DEL SUELO** (pH) : Fuertemente alcalino  
**SALINIDAD** (C.E.) : Peligro de sales  
**MATERIA ORGANICA** (M.O.) : Medio  
**NITROGENO** (N) : Medio  
**FOSFORO DISPONIBLE** (P) : Alto  
**POTASIO DISPONIBLE** (K) : Alto  
**CARBONATO DE CALCIO** (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO			
	N	P2O5	K2O
kg/ha			

**OBSERVACIONES:**

Realizar el mejoramiento de sistema de drenaje de los suelos y a través de riegos pesados bajar la C.E. a menos de 4 mS/cm. Luego recién proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

**INIA**  
**Estación Experimental Agraria**  
**Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral**

**Dra. BEATRIZ SALES DAVILA**  
 © LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
 ABONOS ORGANICOS

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGÍA Y DISEÑO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables 1 INDEPENDIENTE				<b>Tipo de Investigación:</b> tipo aplicativo – técnico  <b>Método de Investigación:</b> Cuantitativa  <b>Diseño de Investigación:</b> Según su manipulación de variables es experimental.  <b>Población y muestra</b>  <b>Población:</b> Todos los suelos de baja productividad, provenientes del distrito de Santa Rosa.
Problema Especifico 1	Objetivo Especifico 1	Hipótesis Especifico 1	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO	
¿Cómo mejorará el suelo de baja productividad, la aplicación de biochar a base de maleza del suelo del distrito de Santa Rosa, 2022?  ¿Cuáles serán las características iniciales del suelo de baja de productividad del distrito de Santa Rosa, 2022?	Mejorar el suelo de baja productividad, tras la aplicación del biochar a base de la maleza obtenida de la poda de áreas verdes, del distrito de Santa Rosa, 2022  Determinar las características iniciales del suelo de baja de productividad del distrito de Santa Rosa, 2022.	La Aplicación de biochar a base de Maleza, proveniente de la poda de las áreas verdes del distrito de Santa Rosa, brindo nutrientes necesarios el mejoramiento de los suelos de baja productividad.  Las características iniciales de los suelos de baja de productividad del distrito de Santa Rosa, presentan una baja cantidad de NPK.		pH		(1 - 14 )	
			Caracterización del biochar	Conductividad Eléctrica	dS/m	4 dS/m	
				Materia orgánica	%	4%	
				Nitrogeno	%		
				Potasio	Pp m		

<p><b>Problema Especifico 2</b></p> <p>¿Cuál será la composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de áreas verdes y del compost del Santa Rosa,2022?</p>	<p><b>Objetivo Especifico 2</b></p> <p>Evaluar la composición fisicoquímica del biochar a base de maleza obtenida de la poda de áreas verdes del distrito de Santa Rosa,2022.</p>	<p><b>Hipótesis Especifico 2</b></p> <p>La composición del biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, presenta altos nutrientes para el mejoramiento de los suelos de baja productividad del distrito de Santa Rosa,2022.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Fosforo</td> <td>Ppm</td> <td></td> </tr> </table>	Fosforo	Ppm		<p><b>Muestra:</b> 12 maceteros con 3 repeticiones por cada tratamiento, de las cuales se tiene al tratamiento testigo, al tratamiento de 5, 10 y 15%</p>					
Fosforo	Ppm											
<p><b>Problema Especifico 3</b></p> <p>¿Qué dosis en (mg/kg de suelo) de biochar serán las más adecuadas para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022?</p>	<p><b>Objetivo Especifico 3</b></p> <p>Determinar la dosis en (mg/kg de suelo) de biochar serán las más adecuadas para el mejoramiento del suelo de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022</p>	<p><b>Hipótesis Especifico 3</b></p> <p>La dosis de 10% en (mg/kg de suelo) de biochar a base de maleza obtenida de la poda de las áreas verdes, es la más adecuadas para el mejoramiento de los suelos de baja productividad provenientes del distrito de Santa Rosa,2022.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Carbonatos</td> <td>%</td> <td></td> </tr> </table>	Carbonatos	%		<p><b>Análisis de datos.</b></p> <p>Tras la obtencion de los datos provenientes de la investigacion, esto sera procesados en programas estadisticos, para lograr asi la contrastacion de hipotesis.</p>					
Carbonatos	%											
			<table border="1"> <tr> <td>Calcio</td> <td>me q/100 gr de suelo</td> <td></td> </tr> </table>	Calcio	me q/100 gr de suelo		<p><b>Instrumentos</b></p>					
Calcio	me q/100 gr de suelo											
			<table border="1"> <tr> <td>Magnesio</td> <td>me q/100 gr de suelo</td> <td></td> </tr> </table>	Magnesio	me q/100 gr de suelo		<p><b>ANEXO n°1</b> Características inicial y final del suelo.</p>					
Magnesio	me q/100 gr de suelo											
			<table border="1"> <tr> <td>Sodio</td> <td>me q/100 gr de suelo</td> <td></td> </tr> </table>	Sodio	me q/100 gr de suelo		<p><b>ANEXO n ° 2</b> Caracterización del Biochar</p>					
Sodio	me q/100 gr de suelo											
			<table border="1"> <tr> <td>CIC</td> <td>me q/100 gr de suelo</td> <td></td> </tr> </table>	CIC	me q/100 gr de suelo							
CIC	me q/100 gr de suelo											
			<table border="1"> <tr> <td>Concentración de biochar</td> <td>0</td> <td rowspan="2">%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(Unidad testigo)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td></td> </tr> </table>	Concentración de biochar	0	%		(Unidad testigo)		5		
Concentración de biochar	0	%										
	(Unidad testigo)											
	5											

		10	
		15	
<b>Variables 2 DEPENDIENTE</b>			
<b>Caracterización del suelo tras la aplicación del tratamiento</b>	pH		(1 - 14 )
	Conductividad Eléctrica	dS/m	4 dS/m
	Materia orgánica	%	4%
	Nitrogeno	%	1000
	Potasio	Pp m	100
	Fosforo	Pp m	
	Carbonatos	%	4%

Mejoramiento del suelo de baja productividad, tras la aplicación del biochar a base de la maleza obtenida de la poda de áreas verdes, del distrito de Santa Rosa.

					me Calci q/100 gr de o suelo	Ma yor o igual que 4
					me Mag q/100 gr de nesio suelo	
					me Sodi q/100 gr de o suelo	
					me CIC q/100 gr de suelo	