



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Uso del biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio en  
suelo agrícola contaminado, Huaral, 2018.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTOR**

Sandra Rocio, Remigio Ipanaque

**ASESOR**

Mg. María Aliaga Martínez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Tratamiento y Gestión de los residuos

**LIMA – PERÚ**

**2018**

## ÍNDICE

	Pág.
Página del jurado	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Declaración de autenticidad	7
Presentación	8
Índice General	9
Índice de Figuras	10
Resumen	11
Abstract	12
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	16
1.1 Realidad Problemática	17
1.2 Trabajos previos	18
1.3 Teorías relacionadas al tema	23
1.4 Formulación del problema	30
1.5 Justificación del estudio	30
1.6 Hipótesis	31
1.7 Objetivo	31
<b>II MÉTODO</b>	32
2.1 Diseño de investigación	32
2.2 Variables	33
2.3 Población y muestra	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
Confiabilidad	37
Validez	38
2.5 Método de análisis de datos	39
Prueba de hipótesis	43
<b>III RESULTADOS</b>	46
<b>IV DISCUSIÓN</b>	111
<b>V CONCLUSIONES</b>	112

<b>VI RECOMENDACIONES</b>	113
<b>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	114
<b>ANEXOS</b>	117

**Página del Jurado**

**Título**

Uso del Biochar de Excretas Porcina y Avícola en la Reducción de Cadmio en Suelo Agrícola Contaminado Huaral, 2018.

**Autora**

Sandra Rocío, Remigio Ipanaque

-----  
**Presidente**

-----  
**Secretario**

-----  
**Vocal**

## **Dedicatoria**

A mi familia, en especial a mis padres Juana Ipanaque Vílchez, Ramiro Velita Martínez y Julio Cesar Remigio Pariasca quienes me orientaron, inculcando en mí valores y sobre todo la perseverancia para mi desarrollo profesional.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi agradecimiento a mi centro de estudios Universidad Cesar Vallejo, mis profesores y a mi asesora, quienes a partir de su experiencia y conocimientos contribuyeron en el desarrollo de mi tesis.

## **Declaración de autenticidad**

Yo Remigio Ipanaque Sandra Rocio, identificado con DNI N° 77093275, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompañó es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima....de...del 20...

Remigio Ipanaque, Sandra Rocio

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Uso del biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio en suelo agrícola contaminado Huaral, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título de Profesional de Ingeniera Ambiental.

Remigio Ipanaque, Sandra Rocio



## **INDICE DE TABLAS**

Tabla N°1 Taxonomía de la excretas porcina.

Tabla N°2 Composición nutritiva de las excretas porcina.

Tabla N°3 Taxonomía de la excretas avícola.

Tabla N°4 Composición de la excretas avícola.

Tabla N° 5 Ficha de elaboración de biochar (ANEXO N: 1)

Tabla N° 6 Ficha de monitoreo mensual del tratamiento de suelo (ANEXO N°2)

Tabla N° 7 Ficha de cadena de custodia de suelo (ANEXO N°3)

Tabla N° 8 Ficha de monitoreo mensual de suelo (ANEXO N°4)

Tabla N° 9 Elaboración de biochar

Tabla N° 10 Caracterización del biochar de excretas avícola.

Tabla N° 11 Caracterización del biochar de excretas porcina

Tabla N° 12 Caracterización del suelo contaminado

Tabla N°13 pH del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°14 pH del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°15 Prueba de normalidad pH del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°16 Prueba de homoceasticidad de varianzas (pH)

Tabla N°17 Prueba de muestras emparejadas (pH)

Tabla N°18 CE del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°19 CE del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°20 Prueba de normalidad conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°21 Prueba de homoceasticidad de varianzas (CE)

Tabla N°22 Prueba de muestras emparejadas (CE)

Tabla N°23 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°24 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°25 Prueba de normalidad capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°26 Prueba de homocasticidad de varianzas (CIC)

Tabla N°27 Prueba de muestras emparejadas (CIC)

Tabla N°28 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°29 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°30 Prueba de normalidad calcio del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°31 Prueba de homocasticidad de varianzas (Ca)

Tabla N°32 Prueba de muestras emparejadas (Ca)

Tabla N°33 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°34 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°35 Prueba de normalidad magnesio del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°36 Prueba de homocasticidad de varianzas (Mg)

Tabla N°37 Prueba de muestras emparejadas (Mg)

Tabla N°38 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°39 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°40 Prueba de normalidad sodio del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°41 Prueba de homocasticidad de varianzas (Na)

Tabla N°42 Prueba de muestras emparejadas (Na)

Tabla N°43 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Tabla N°44 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°45 Prueba de normalidad potasio del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°46 Prueba de homocasticidad de varianzas (k)

Tabla N°47 Prueba de muestras emparejadas (k)

Tabla N°48 Cadmio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Tabla N°49 Prueba de normalidad cadmio del suelo más biochar de excretas porcina.

Tabla N°50 Prueba de homocasticidad de varianzas (Cd)

Tabla N°51 Prueba de muestras emparejadas (Cd)

Tabla N°52 pH del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Tabla N°53 pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°54 Prueba de normalidad pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL).

Tabla N°55 Prueba de homocasticidad de varianzas (pH)

Tabla N°56 Prueba de muestras emparejadas (pH)

Tabla N°57 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Tabla N°58 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°59 Prueba de normalidad ce del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL).

Tabla N°60 Prueba de homocasticidad de varianzas (CE)

Tabla N°61 Prueba de muestras emparejadas (CE)

Tabla N°62 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL).

Tabla N°63 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°64 Prueba de normalidad capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°65 Prueba de homocasticidad de varianzas (CIC)

Tabla N°66 Prueba de muestras emparejadas (CIC)

Tabla N°67 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Tabla N°68 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°69 Prueba de normalidad calcio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°70 Prueba de homocasticidad de varianzas (Ca)

Tabla N°71 Prueba de muestras emparejadas (Ca)

Tabla N°72 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Tabla N°73 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°74 Prueba de normalidad magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°75 Prueba de homocasticidad de varianzas (Mg)

Tabla N°76 Prueba de muestras emparejadas (Mg)

Tabla N°77 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Tabla N°78 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°79 Prueba de normalidad sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°80 Prueba de homocasticidad de varianzas (Na)

Tabla N°81 Prueba de muestras emparejadas (Na)

Tabla N°82 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL).

Tabla N°83 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°84 Prueba de normalidad potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°85 Prueba de homocasticidad de varianzas (K)

Tabla N°86 Prueba de muestras emparejadas (K)

Tabla N°87 Cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°88 Prueba de normalidad cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Tabla N°89 Prueba de homocasticidad de varianzas (Cd)

Tabla N°90 Prueba de muestras emparejadas (Cd)

Tabla N°91 Rendimiento de suelo Cadmio por tratamiento

Tabla N°92 Rendimiento de suelo conductividad eléctrica por tratamiento

Tabla N°93 Rendimiento de suelo pH por tratamiento

Tabla N°94 Rendimiento de suelo calcio por tratamiento

Tabla N°95 Rendimiento de suelo magnesio por tratamiento

Tabla N°96 Rendimiento de suelo sodio por tratamiento

Tabla N°97 Rendimiento de suelo potasio por tratamiento

Tabla N°98 Rendimiento de suelo capacidad de intercambio catiónico por tratamiento

## **INDICE DE FIGURAS**

- Figura N°1 pH del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°2 pH del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°3 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°4 CE del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°5 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°6 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°7 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°8 Ca del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°9 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°10 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°11 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°12 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°13 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)
- Figura N°14 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°15 Cadmio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)
- Figura N°16 pH del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)
- Figura N°17 pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)
- Figura N°18 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)
- Figura N°19 Conductividad Eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Figura N°20 Capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Figura N°21 Capacidad de intercambio catiónico del Suelo más Biochar de Excretas Avícola (INICIO- FINAL)

Figura N°22 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Figura N°23 Ca del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Figura N° 24 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Figura N°25 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Figura N°26 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Figura N°27 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Figura N°28 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

Figura N°29 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Figura N°30 Cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura N°1 Procedimiento de la obtención del suelo contaminado

Figura N°2 Procedimiento de elaboración del biochar

Figura N°3 Procedimiento del estudio

Figura N° 4 Área de muestreo de suelo

Figura N° 5 Área de estudio experimental

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 1 Distribución del tratamiento

## **ANEXOS**

## Resumen

La presente investigación busca determinar el efecto del biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio, en suelo agrícola contaminado por este metal. Para ello se realizó 4 tratamientos con dosificación de 0%,5%,10%,15% y 3 repeticiones con una maceta como unidad experimental para cada biochar tanto para porcina como avícola, sometido a un proceso pirolítico con una temperatura promedio de 300°C.

Los resultados tras la adición del suelo más biochar de excretas porcina todos los tratamientos tienen un pH inicial de 6,25 tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo resultados finales, el tratamiento 2 con 7,11, el tratamiento 3 con 7,46 y el tratamiento 4 con 7,77, conductividad eléctrica inicial con 3,90 tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo resultados finales del tratamiento 2 con 5,76, el tratamiento 3 es 6,90, el tratamiento 4 con 8,70. La capacidad de intercambio catiónico inicial de 23, 11, tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo el tratamiento 2 con 18,57, el tratamiento 3 con 19,14, el tratamiento 4 con 20,17. Los resultados tras la adición de biochar avícola del suelo más biochar de todos los tratamientos tienen un pH inicial de 6,25 tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo resultados finales el tratamiento 6 con 4,93, el tratamiento 7 con 5,66 y el tratamiento 8 con 7,23, conductividad eléctrica inicial con 3,90 tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo resultados finales del tratamiento 6 con 4,93, el tratamiento 7 es 5,66, el tratamiento 8 con 7,23. La capacidad de intercambio catiónico inicial de 23, 11, tras la adición de biochar luego de un periodo de 2 meses se obtuvo el tratamiento 6 con 17,61, el tratamiento 7 con 19,37, el tratamiento 8 con 22,89. Los cuales son indicadores que la concentración de cadmio ha reducido, para ello se hizo evidencia que los tratamiento con dosificación al 5% fue el más óptimo.

Palabras claves: Biochar, suelo, concentración de cadmio, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, pirolisis.



## **Abstract**

The present investigation seeks to determine the effect of biochar of porcine and poultry excreta in the reduction of cadmium, in agricultural soil contaminated by this metal.

For this, 4 treatments were performed with dosages of 0%, 5%, 10% and 15% and 3 repetitions and a pot as experimental unit for each biochar for both pigs and poultry, subjected to a pyrolytic process with an average temperature of 300 ° C.

The results after the addition of the soil plus biochar of swine excreta all the treatments have an initial pH of 6.25 after the addition of biochar after a period of 2 months, the final results were treatment 2 with 7, 11, treatment 3 with 7.46 and treatment 4 with 7.77, initial electrical conductivity with 3.90 after the addition of biochar after a period of 2 months, final results of treatment 2 were obtained with 5.76, treatment 3 is 6, 90, treatment 4 with 8.70. The initial cation exchange capacity of 23, 11, after the addition of biochar after a period of 2 months, treatment 2 was obtained with 18.57, treatment 3 with 19.14, treatment 4 with 20.17. The results after the addition of poultry biochar of the soil plus biochar of all the treatments have an initial pH of 6.25 after the addition of biochar after a period of 2 months. Final results were obtained with treatment 6 with 4.93, the treatment 7 with 5.66 and treatment 8 with 7.23, initial electrical conductivity with 3.90 after the addition of biochar after a period of 2 months was obtained final results of treatment 6 with 4.93, treatment 7 is 5, 66, treatment 8 with 7.23. The initial cation exchange capacity of 23, 11, after the addition of biochar after a period of 2 months, treatment 6 was obtained with 17.61, treatment 7 with 19.37, treatment 8 with 22.89. which are indicators that the concentration of cadmium has reduced, for it became evident that the treatment with dosage at 5% was the most optimal

Keywords: Biochar, soil, cadmium concentration, pH, electrical conductivity, cation exchange capacity, pyrolysis.

## I. INTRODUCCIÓN

Nuestro país posee un 25,525,000 ha que corresponde al 6 % de suelos, los cuales cumplen con las características necesarias de ser suelos agrícolas, el 13.94 % tiene un uso de suelos dedicados al cultivos de pastos naturales, la extensión restante de terreno posee un tipo de uso para actividades de extracción, industrias, vivienda y zonas de esparcimiento, a diferencias de otros países, en donde la capacidad de uso productivo dedicados a suelos agrícolas es mayor y la extensión de suelo contaminados es mínima. Díaz, (2016)

El Perú, es un país muy rico en recursos naturales, es por ello que muchas Industrias Mineras, se sitúan en nuestro país, para extraer minerales esta actividad conlleva a la generación de relaves mineros, los cuales tiene que ser tratados adecuadamente, cabe resaltar que estos desechos contiene en su composición metales pesados tales como el plomo, cadmio, cobre y zinc, etc. Los cuales al estar en contacto con el suelo alteran la composición química, física del mismo, esto se produce porque nuestro país los reglamentos establecidos para la disposición y tratamientos de estos relaves no se cumple debidamente, generando así que estas Industrias Mineras dejen sus relaves en zonas agrícolas. Álvarez, (2001)

Los suelos contaminados con metales pesados poseen las características de tener un pH ácido, una conductividad eléctrica baja, y una alta capacidad de intercambio catiónico. Es por ello que la aplicación de algún tipo de tratamiento busca modificar estos parámetros para lograr disminuir la cantidad de metales pesados en suelo.

## **1.1. Realidad Problemática**

El Perú, es uno de los países en donde las actividades de índole extractivas es una de las más eficientes y de alto rendimiento económico, a su vez, este tipo de actividades provocan muchos daños al ambiente, ya que altera la condiciones físicas y biológicas del lugar donde se realice la actividad de extracción, provocando dispersión, lixiviados, contaminación de suelo y agua.

La minera Colquisiri se encuentra ubicada en la zona de Jecuan perteneciente a la provincia de Huaral al norte de Lima, la cual lleva extrayendo plata desde el año 1981, a su vez con la extracción de plata se generan relaves mineros los cuales son depositados y acumulados a cercanías de las zonas agrícolas exactamente a 2 metros de la zona agrícola perteneciente a la comunidad de Cerro Cenizo y Nueva Estrella, los cuales se ven afectados debido a que su suelos por la acumulación de relaves mineros se han contaminado con metales pesados, y esto conlleva a que se generen problemas de salud de la población aledaña, ya que en la zonas agrícolas donde son acumulados estos relaves, lo que en esta zona se cultivan hortalizas de esta manera entrando a tallar en la inocuidad alimentaria.

Es por ello que la presente investigación, busca solucionar estos problemas de contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, mediante el uso de materias primas originadas a cercanías de la población afectada. Mediante la adición de biochar de excretas porcina y avícola, con la finalidad de determinar cuál es el efecto de ambos tratamientos en la reducción de cadmio en el suelo agrícola contaminado.

## 1.2. Trabajos previos

Meier et.al (2014) en su artículo "Biochar producido a partir de excretas de gallina reduce la biodisponibilidad de cobre en suelos contaminados con este metal" hace mención que el uso de las excretas de gallina sometidas a una temperatura que oscilante entre los 300°C y 700°C durante 2 horas de exposición sin presencia de aire elaboradas en un horno convencional, y posteriormente aplicadas en un suelo contaminado con metales pesados, en tratamientos de 0%, 5% y 10% respectivamente el tratamiento fue 0 gramos, 100 gramos y 500 gramos por m<sup>2</sup>, durante un periodo de 3 meses en los cuales para medir la eficiencia del biochar aplicado en el suelo, la investigación sembró una la especie ***Oenothera picensis*** la cual es sensible a los metales pesados en el suelo, y por ende se mide el desarrollo fisiológico de la especie, ya que si esta logra desarrollarse con normalidad significa que el biochar está disminuyendo la biodisponibilidad de metales pesados en el suelo. Como resultado pasados los 3 meses de evolución se obtuvo que el biochar aumento los niveles de pH de 6,67 a 9,91, la conductividad eléctrica disminuyo de 66.9 ds/m a 2,6 ds/m, con respecto al cobre del suelo este disminuyo de 2,2 a 0,23 generando una disminución de 73,17 % de metal inmovilizado.

Namgay et.al (2010) en su artículo " En Florida influencia de la aplicación del biochar al suelo sobre la disponibilidad de As, Cd, Cu, Pb, Zn y al maíz ( *Zea mays* L." hace mención que el uso de la maleza de maíz para la elaboración de biochar sometida a 550°C sin presencia de aire, y aplicado en 3 dosis de 0, 10 y 50 mg/kg en suelos con presencia de arsénico, cadmio, cobre, zinc y plomo, durante un periodo de aplicación de 10 semanas pasado este periodo se realizó el cultivo de una especie nativa del lugar, para medir el desarrollo fisiológico, pasadas las 10 semanas se realizó un análisis del suelo determinando que este en todos los tratamientos aumento los niveles de pH siendo el más notorio en el tratamiento de 50 mg/kg ya que este aumento de 6,38 a 9,32, la conductividad eléctrica aumento en el tratamiento de 10 mg/kg aumentando de 0,045 a 0,076 ds/m, con respecto al cobre , plomo y zinc inicial fue de 3.1mg de cobre, 1.4, mg de plomo y 4.7 mg de zinc, estos disminuyeron a 0.2 mg de cobre, 0.4 mg de plomo y 0.8 mg de zinc para el tratamiento de 50mg/kg de biochar.

Allaire (2015) en su artículo titulado `Análisis comparativo del biochar de diversas materias primas` para la elaboración del biochar se usaron 4 materias primas diferentes entre ellas madera dura (abedul amarillo) la cual fue sometida a 500°, coníferas blandas a las cuales fueron sometidas entre temperaturas que oscilan entre 400° y 500°, coníferas no blandas sometidas a 300° y otras materias primas como excretas de animales como cerdo y aves del lugar las cuales fueron sometidas a 500°, pasada la elaboración del biochar este se tamizó a un tamaño de 2mm se aplicó en el suelo con presencia de cobre y zinc. Pasada la aplicación del biochar en el suelo se realizó un análisis determinando que el pH aumentó de 7,5 a 8,5, el cambio más notorio se presentó para el tratamiento de biochar de coníferas blandas, el cobre disminuyó de 2,1 mg de cobre por kg de suelo a 0,24 para el tratamiento de biochar de madera dura, el zinc inicial fue de 1,6 y disminuyó a 0,03 de mg de zinc por kg de suelo para madera dura, para el biochar de blanda no coníferas el cobre inicial fue de 2,6 mg de cobre por kg de suelo pasada la aplicación del biochar disminuyó a 0,21 mg de cobre por kg de suelo, para el zinc este disminuyó de 3,7 mg de zinc por kg de suelo a 0,03 mg de zinc por kg de suelo, y para el biochar de otros materiales como excretas de cerdo y aves, para el cobre este disminuyó de 1,4 mg de cobre por kg de suelo a 0,07 mg de cobre por kg de suelo, para el zinc este disminuyó de 1,7 mg de zinc por kg de suelo a 0,18 mg de zinc por kg de suelo. En conclusión el biochar de madera dura es más efectivo para la disminución de zinc mientras que el biochar de otras materias primas (excretas de cerdo y aves) es más efectivo.

Beesley et.al (2011) en su artículo titulado " Una revisión de biochar papel potencial en la remediación, revegetación y restauración de suelos contaminados " hace mención que el uso de diversas materias primas para la elaboración de biochar brinda nutrientes y restaura los suelos en donde se aplique, y esto se debe a que al elaborarse el biochar este en sus microporos logra retener y adsorber los metales pesados del suelo. Para la presente investigación se usó un suelo contaminado con metales pesados tales como el cadmio, arsénico, plomo, zinc, para ello el biochar elaborado fue de maleza de diversas especies nativas del lugar, las cuales fueron sometidas a 200°C durante un periodo de 1 hora, pasada la elaboración del biochar

este se estabilizó con urea y se dejó adecuarse a la temperatura ambiente antes de aplicarse al suelo, posteriormente se tamizó a un tamaño de 2 mm y se aplicó al suelo en diferentes tratamientos de 0% y 10%, el suelo contaba con un cultivo de ciruelas de 1 año de edad, es por ellos que la aplicación del biochar se aplicó alrededor de la raíz de la planta previamente cultivada, con la finalidad de determinar que si al aplicarse el biochar reduce los niveles de metales pesados del suelo y de la especie cultivada. Pasada el periodo de exposición del biochar en el suelo, se realizó un análisis de parámetros tales como el pH, el cual aumentó de 6,4 a 10,4 para el tratamiento de 10 %, con respecto a los metales pesados en el suelo estos disminuyeron en porcentajes significativos, siendo para el plomo un 3% para el cadmio este disminuyó en 6%, el zinc en 2% y no se logró disminuir el arsénico. Con respecto a otros cambios notorios se observó que se generó un mayor aumento del crecimiento del tallo de la ciruela, la capacidad de retención de agua y mejora de la estructura del suelo.

Cheng et. al (2010) en su artículo titulado "Eficiencia del uso del biocarbón en suelos contaminados con contaminantes orgánicos y fosfato" para esta investigación se aplicó como materia prima para la elaboración del biochar polvo de la cascara de naranja la cual fue sometida a 3 diferentes temperaturas de 250 °C 400 ° C y 700 ° C en un suelo contaminado con contaminantes orgánicos y fosfatos el cual tiene un pH de 10. Pasada el periodo de exposición del biochar se realizó análisis en los cuales se midieron la cantidad de fosfato y contaminantes orgánicos se determinó que el biochar de 250 °C adsorbió el fosfato a un 20% a diferencia del biochar sometido a 400°C el cual solo adsorbió a 5% la cantidad inicial de fosfato, el biochar sometido a 700 °C no generó ningún tipo de efecto en la adsorción de fosfato, con respecto a los contaminantes orgánicos el biochar de 250°C adsorbió solo el 20 % de contaminantes orgánicos a diferencia del biochar sometido a 400 °C generó una adsorción de 100%. En conclusión se determinó que el biochar sometido a 400 °C es más eficiente en la adsorción de contaminantes presentes en el suelo.

Tian-yu et. al (2011) en su artículo titulado "La adsorción de plomo (ii) en suelos enmendados con carga variable de biocarbón a base de paja de arroz y otros

derivados" Hace mención que el uso de la paja de arroz y de otros derivados como diversas pajas de cereales sometidos a 800° y después tamizados a diferentes tamaños entre ellos 20 micras, 50 micras y 200 micras , y aplicadas en un solo tratamiento de 10 % y 3 repeticiones por cada tamaño, el suelo en donde se aplicó el biochar después de estabilizarse, contenía niveles de plomo (ii), el tiempo de experimentación de aplicación de biochar en el suelo con plomo fue por un periodo de 30 días, posteriormente pasado los 30 días de aplicación de biochar en el suelo contaminado se determinó que el pH inicial aumento y dejo de ser un suelo altamente acido, y que los niveles de plomo (ii) brindaron una mejora en la adsorción de plomo (ii) no electrostático .

Cardoma et.al (2012) en su artículo titulado "Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II) " hace mención que uso de la cascara de naranja es efectiva para biosorción de metales pesados en el suelo y que ese aumenta su poder de biosorción al realizar Biochar, para ello la presente investigación uso diferentes temperaturas de exposición en las cuales se sometió la cascara de naranja a 50 ° durante un periodo de 2 horas y el otro fue a 25 ° durante un periodo de 4 horas sin presencia de aire, con la finalidad de generar los microporos para que se adsorban en ellos los metales pesados. La presente investigación evaluó 7 parámetros entre ellos se tiene al pH, concentración del contaminante, la biomasa a usarse en kilogramos , el tamaño de la partícula obtenida, la temperatura en la que se realzo el biochar, tiempo del contacto, el tipo de tratamiento a usarse, la presente investigación realizo 8 experimentos , antes de aplicarse el Biochar se tamizo 0,4 mm y el otro a 0,48 mm se aplicaron al suelo a las 8 repeticiones por cada tratamiento obteniéndose así que el biochar sometido a 50 ° tiene como pH de 5, se aplicó al suelo 5 gramos de biocarbón por kilogramo de suelo, la concentración inicial del metal pesado era de 80 ppm pasada el periodo de exposición se obtuvo como resultado que se generó una remoción del 99, 5 % siendo la más eficiente, el otro biochar sometido a 25 ° tiene un pH de 5, se aplicó en el suelo 5 gramos de suelo por kilogramos de suelo, la concentración inicial de metal pesado era de 100 ppm la remoción al final del periodo de exposición fue de 9,95 mg de zinc (ii).

Jefferson (s.f) en su artículo titulado "El efecto del biocarbón en suelos contaminados con metal pesado y el destino en el suelo" hace mención que el uso de cualquier materia prima sometida a altas temperaturas genera mayor contenido de ceniza, un pH alto y una carga superficial baja, en la presente investigación se usó la cascara de nuez sometida a 900 °C, pasado la estabilización de temperatura del biochar este se tamizó a 0,08 micras y se aplicó en el suelo contaminado con níquel, cobre, plomo y cadmio, posteriormente pasada la aplicación del biochar se determinó que el cobre disminuyó de 5091 mg de cobre por kilogramo a 5043, el plomo disminuyó de 4917 a 4915 mg de plomo por kilogramo de suelo, con respecto al cadmio de 4,555 mg de cadmio por kilogramo de suelo disminuyó a 4,554, con respecto al níquel no se produjo ningún tipo de cambio.

Klasson et.al.(2008) en su artículo titulado "Adsorción de cobre por biocarbón a base de las cascara de nuez, y el efecto del nivel de oxígeno" hace mención que el uso de la cascara de nuez sometida a temperaturas entre 170 ° y 450°, las cuales se aplicaron al suelo cuando su temperatura es de 90° se aplicó en dosis de 0,25g por cada 100 gr de suelo, el suelo del presente estudio tiene cobre (ii), el periodo de la investigación duró 24 horas, en las cuales se aplicó 100 gr de suelo más la adición de 0,25 gr a su vez se le adicionó 30 ml de agua desionizada y se ingresó a un agitador magnético durante un periodo de 1 hora. Pasado el periodo de exposición se ingresó el suelo previamente mezclado con el biochar de cascara de nuez y se analizó mediante el método de espectrofotometría de adsorción atómica en la cual se determinó que se generó una remoción del 14% lo cual responde a 0,97 mg de cobre en el suelo.

Méndez et. al (2012) en su artículo titulado "Efectos de biocarbón lodos de depuradora en la disponibilidad de la planta de metal después de la aplicación a un suelo del Mediterráneo" hace mención que el uso para la elaboración de biochar se usaron lodos de agua residuales, ya que en Madrid se desechan 600 toneladas anuales, el suelo a usarse en la presente investigación contiene niveles altos de plomo, níquel, cobre y zinc, para ello los lodos se sometieron a 1055° y se aplicaron en 0,02 gr de Biochar por cada 10 gr de suelos, las características iniciales del suelo



fueron pH 8,63, conductividad de 71,6 dS/m, cobre 7,6 ppm, níquel 13,35 pm, zinc 48,45 ppm y plomo 26,8 ppm, textura de suelo franco-arenosa. Pasado el periodo de exposición el cobre disminuyo a 0,82 ppm, el níquel a 4,361 ppm, el zinc a 0,419, se obtuvo una disminución del contaminante de 57%, 30% y 29%.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Biochar**

Según Escalante et. al (2011), el biochar es un producto muy rico proveniente de la descomposición de materia orgánica de origen vegetal o animal, las cuales se someten a un proceso sin presencia de aire más conocidas como pirolisis y a temperaturas que oscilan a menos de los 700°C.

##### **1.3.1.1 Obtención del biochar**

Según Escalante et. al (2011), Se define como obtención del biochar al proceso termoquímico que se usa para la elaboración de biochar, basándose en diferentes procesos tales como: pirolisis lenta, rápida, ultrarrápida.

##### **Pirolisis lenta**

Se caracteriza por que la biomasa de origen animal o vegetal se somete periodos cortos o pausados, la temperatura a usarse en esta pirolisis es de 0°C hasta 500°C, generando intervalos de temperatura de 0°C a 2°C por segundo.

##### **Pirolisis rápida**

La pirolisis rápida consiste en someter la materia prima líquida de origen vegetal o animal a periodos rápidos, sin presencia de aire, la temperatura inicial se caracteriza por ser mayor de 200°C hasta 550°C. Ya que al ser líquidos, estos generan vapores de toxinas.

##### **Pirolisis ultra rápida**

Este proceso de pirolisis es usada para productos de origen aceitosos ya que tiene un alto rendimiento de 75% al 80%, a su vez se caracteriza por que las tasas de calentamiento se elevan a 2 °C por segundo, empezando con temperaturas de 400°C hasta llegar a los 600°C y llegando a esta temperatura se mantiene en el horno hasta que se enfríe por sí solo.

### 1.3.1.2 Efectos del biochar en el suelo

Según Downie et. al (2009), la adición de biochar en cualquier tipo de suelo genera alteraciones en las propiedades físicas y químicas del suelo, como cambio de la textura, alteración de la estructura, aumento la capacidad de retención, brinda y los aumentos de materia orgánica nitrógeno, fosforo, potasio, alteración en la capacidad de intercambio catiónico, modificaciones del pH, retención de NH<sub>4</sub>, aumento de calcio, magnesio y el color de suelo.

La adición de biochar produce y aumenta la capacidad de adsorción, absorción y sorción de minerales, dependiendo del tamaño de la porosidad que presente el biochar, ya que a mayor tamaño del poro este es más eficiente para la capacidad de adsorber metales pesados, agua y nutrientes (N,P,K). A su vez el tamaño del poro depende de la materia prima que se use y de las características de compactación que presente el suelo. Glaser et al (2002)

### 1.3.2 Cerdo

Según Paramino et. al (2008), la taxonomía porcina presenta lo siguiente: clase mamíferos, subclase placentados, superorden ungulados, orden artiodáctilos, suborden suiformes, familia suidos, genero sus scrofa, como se hace mención en la Tabla N°1.

**Tabla N°1 Taxonomía porcina.**

<b>Clase</b>	<i>Mamíferos (Mammalia)</i>
<b>Subclase</b>	<i>Placentados</i>
<b>Superorden</b>	<i>Ungulados (Ungulata)</i>
<b>Orden</b>	<i>Artiodáctilos (Artiodactyla)</i>
<b>Suborden</b>	<i>Suiformes (Suina)</i>
<b>Familia</b>	<i>Suidos (Suidae)</i>
<b>Género</b>	<i>Sus scrofa</i>

Fuente: Paramino et. al (2008).

Según Álvarez et.al (2005). Los cerdos poseen 19 pares de cromosomas, poseen un piel gruesa, con presencia de pocos pelaje, los machos no presentan mamas, mientras que las hembras poseen de 6 a 8 mamas, su alimentación es omnívora constando de hongos, tubérculos, alimento balanceada, es por ello que su

estómago es no rumiante, posee una cabeza ancha y larga. Posee ojos de características pequeñas, no tiene buena visión es por ello que se guía por los olores ya que su olfato es muy agudo, posee 4 pezuñas las cuales consta de 2 dedos.

Posee un ciclo reproductivo consta de 100 a 140 días de gestación, produce entre 4 a 8 días, llegan a la madurez sexual a partir de los 3 o 4 meses de edad para los machos y para las hembras a una edad de 8 o 10 meses, ya que la hembra tiene que desarrollar su órganos sexuales, para que las crías sean saludables y puedan producir leche en el periodo de lactancia.

#### **1.3.2 .1 Excretas Porcina.**

Según Domínguez et.al (2014) Las hembras generan entre 2,3 kilogramos de excretas al día, los machos producen 2,5 kilogramos diarios de excretas, las excretas poseen una composición de nitrógeno de 50 %, un 80% de calcio y fosforo, a su vez poseen altos niveles de potasio, magnesio, cobre y zinc, según la edad del cerdo los niveles de excretas varían entre la cantidad de nitrógeno potasio y fosforo, cuando el cerdo es un lechón genera un 2,6% de nitrógeno un 0,9% de fosforo y un 1,7% de potasio , en la etapa de gestación se genera 10,4% de nitrógeno, un 3,5% de fosforo y un 6,8% de potasio.

#### **1.3.2 .2 Composición**

Según Cobos et. al (2008), las excretas tienen una composición nutritiva como se hace mención en la Tabla N°2.

**Tabla N°2 Composición nutritiva de las excretas porcina.**

Concepto	%
Materia Seca	26.43
Proteína Cruda	15.87
Extracto Etéreo	4.69
Fibra Cruda	17.52
Cenizas	12.05
Extracto Libre de Nitrógeno	49.87
Calcio	.61
Fósforo	1.36
Nutrientes digestibles totales	71.20
Pared celular	44.00

Fuente: Cobos et. al (2008).

### 1.3.3 Pollo

Según Paramino et. Al (2008), la taxonomía avícola presenta lo siguiente: clase aves, subclase neornikes, superorden seognates, orden galliforme, suborden suiformes, familia phasianidae, genero gallus, como se hace mención en la Tabla N°3.

**Tabla N°3 Taxonomía avícola.**

<b>Clase</b>	<i>Aves</i>
<b>Subclase</b>	<i>Neornikes (sin dientes)</i>
<b>Superorden</b>	<i>Seognates (sin esternón)</i>
<b>Orden</b>	<i>Galliforme</i>
<b>Suborden</b>	<i>Suiformes (Suina)</i>
<b>Familia</b>	<i>phasianidae</i>
<b>Género</b>	<i>Gallus</i>

Fuente: Paramino et. Al (2008).

Según el Departamento de Ciencia Animales de Alimentos. Los pollos tienen origen en el país de la India, poseen un peso de 3,5 a 6 kilogramos. A nivel mundial se tiene conocimientos que hay una estimación de 700 millones de pollos pertenecientes a 70 razas de pollo, los cuales tienden a poseer un tamaño de 25 cm a 30 cm, su cuerpo está rodeado de un plumaje de colores claros como blanco, marrón o medio crema, el periodo de incubación de un huevo es de 21 días teniendo un peso de 225 gramos, las gallinas producen unos 300 o 400 huevos al año, su alimentación es inmediata y se alimentan de comida balanceada.

### 1.3.3.1 Excretas Avícola.

Según Lozano (2012) hace mención que las excretas secas de la pollo poseen altos niveles de carbono a comparación de otras excretas de otras aves, y que depende la calidad de los alimentos balanceados con los que son alimentados para que se genere un cambio en los niveles de fosforo, magnesio, sodio, y potasio.

### 1.3 .3 .2 Composición

Según Lozano (2012), nos da a recalcar la composición de excretas avícola en la Tabla N°4

**Tabla N°4: Composición de las Excretas Avícola**

<b>Metales</b>	<b>%</b>
<b>Calcio</b>	3
<b>fosforo</b>	1,5
<b>nitrógeno</b>	13,5
<b>Zinc</b>	0,07
<b>cobre</b>	0,26

Fuente: Lozano (2012).

### 1.3.4 Suelo

Según Ortiz et. al (2016).El suelo es la capa superficial la cual cubre toda la corteza terrestre de nuestro planeta, a su vez es en ella donde se produce los procesos de meteorización de la roca, a su vez en esta capa se producen los cambios físicos, químicos, biológicos y microbiológicos del suelo.

#### 1.3.4.1 Suelos Contaminados

Según la Unión Europea, se define como suelos contaminados al impacto de forma directa o indirecta de los contaminantes provocado por las actividades antropogénicas las cuales liberan lixiviados o desechos más conocidos como relaves los cuales alteran las características físicas y químicas del suelo provocando que este pierda resistencia en muchos parámetros.

#### **1.3.4.1 .1 Comportamiento de los Metales Pesados en el Suelo**

Según Navarro et. al (2007) Los metales pesados en el suelo tienden a tener un comportamiento muy diferente a los minerales encontrados en el suelo, ya que el comportamiento de los metales se clasifica en 2 pasos:

- Transferencia a la atmósfera por volatilización.
- Retención de metales pesados en el suelo de distintas maneras: disueltos o fijados, retenidos por adsorción, complejación y precipitación.

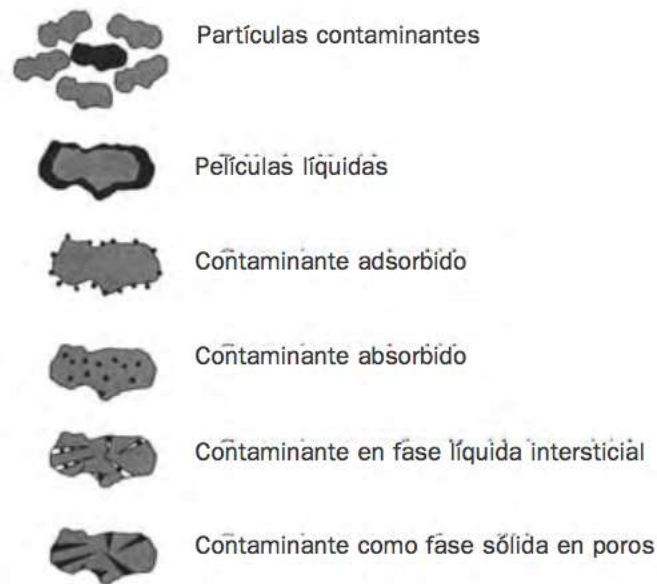
#### **1.3.5 Metales Pesados**

Según Navarro et. al (2007) Los metales pesados son provenientes de las actividades antropogénicas ya que minerales se encuentran libremente en el suelo, pero debido a la extracción de minerales estos son liberados y desechados sin ningún tipo de tratamiento, se define a los metales pesados a los elementos químicos los cuales tienen una densidad superior de  $5 \text{ g cm}^{-3}$  y con número atómico superior a 20. Los metales pesados más tóxicos y que se encuentran con mayor frecuencia en los suelos contaminados son el mercurio, el cadmio, arsénico, y plomo, entre otros. A su vez la movilidad de estos metales pesados en suelo van a depender bastante del pH, la materia orgánica y la cantidad de carbonatos que presente el suelo, a su vez la estructura del suelo intervine mucho debido a la capacidad de retención del suelo, (Méndez, et al, 2009).

#### **1.3.5.1 Formas en las que se encuentra los metales pesados en el suelo**

Según Rulskens (1995), las formas como se encuentran los metales pesados en el suelo se muestran en la Figura N°1

**Figura N°1: Formas como se encuentran los metales pesados en el suelo**



Fuente:Rulskens (1995).

### **1.3.6 Orígenes del cadmio**

#### **1.3.6.1 Fuentes naturales**

Según Bautista y Osorio hacen mención que, el cadmio se encuentra distribuido en la corteza terrestre con una concentración no mayor a 0.1 mg/Kg, donde este mineral abunda en las rocas ígneas o sedimentarias no sobre pasa de 0.3 mg/Kg. Donde se especifica que las altas concentraciones de Cd se relacionan a la contaminación.

#### **1.3.6.2 Fuentes antropogénicas**

En el siglo XX el aumento de las concentraciones de Cd es notorio, lo cual no tiene comparación a los procesos naturales que se libera insignificantes concentraciones de Cd.

- Minería y metalurgia: La contaminación procede del drenado de minas, aguas residuales del procesamiento de los minerales, derrames de los depósitos de desechos, etc.
- Industria: fabricación de cables, baterías, células fotoeléctricas, baterías, PVC, fusibles, soldadura, etc.
- Producción y uso de fertilizantes fosfatados: el contenido de cadmio en los fertilizantes es muy variable y depende la procedencia geográfica de las

rocas empleadas para su fabricación. El Cd se encuentra sustituyendo al Ca en las rocas de tipo apatita.

Otras fuentes: incineración de residuos plásticos, madera, combustión de carburantes fósiles, fabricación de cementos. El cadmio y sus compuestos emitidos se distribuyen y presentan de modo diferente según las características del medio.

### **1.3.7 Análisis de riesgo**

Según Li (2014), Las concentraciones de metales en zonas mineras representan los mayores niveles de contaminación. El índice de peligro en dichas áreas es mayor 1, considerado inaceptable y pone de manifiesto la necesidad de reforzar la regulación de la actividad minera para proteger la población.

### **1.3.8 Consecuencias de la exposición de cadmio: patologías asociadas.**

Según Li (2014), nos afirma que:

- Ingerir alimentos con niveles muy altos de concentraciones de cadmio produce irritación grave del estómago, diarrea, vómitos, pudiendo causar muertes en algunas instancias.
- Tras la exposición crónica a niveles más bajos del metal el riñón es el órgano más afectado, ya que la acumulación de cadmio durante muchos años genera daños renales muchas veces irreversible. Como consecuencia la eliminación de proteínas de bajo peso molecular en orina.
- El cadmio ha sido calificado por el tipo I como agente carcinógeno por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), lo cual demuestra que existe evidencia de su carcinogenicidad en humanos.
- Índices de aumento de riesgo de cáncer de este tejido en el endometrio tras la ingesta mantenida en la dieta durante muchos años.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿En qué medida el biochar de excretas porcina y avícola reduce la concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminados Huaral 2018?



#### **1.4.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuál será la dosis óptima de biochar de excretas porcina para reducir la concentración de cadmio, en suelos agrícolas contaminados en Huaral, 2018?
2. ¿Cuál será la dosis óptima de biochar de excretas avícola para reducir la concentración de cadmio, en suelos agrícolas contaminados en Huaral, 2018?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Nuestro país posee un 25,525,000 ha que corresponde al 6 % de suelos, los cuales cumplen con las características necesarias de ser suelos agrícolas, el 13.94 % tiene un uso de suelos dedicados al cultivos de pastos naturales, la extensión restante de terreno posee un tipo de uso para actividades de extracción, industrias, vivienda y zonas de esparcimiento, a diferencias de otros países, en donde la capacidad de uso productivo dedicados a suelos agrícolas es mayor, y la extensión de suelo contaminados es mínima. Díaz, (2016).

La Minera Colquisiri se dedica a la extracción de plata a su vez generan relaves mineros los cuales son depositados y acumulados a cercanías de las zonas agrícolas exactamente a 2 metros de la zona agrícola perteneciente a la comunidad de Cerro Cenizo y Nueva Estrella, los cuales se ven afectados debido a que su suelos por la acumulación de relaves mineros se han contaminado con metales pesados, y esto conlleva a que se generen problemas de salud de la población aledaña.

La adición de biochar a base de excretas porcina y excretas avícola para la remoción de cadmio, en zonas agrícolas, es un método novedoso, ya que en el Perú no se han realizados investigación del uso de biochar usando estas materias primas de origen animal.

Para la elaboración de biochar se ha usado, materias primas de origen animal, las cuales son obtenidas en el mismo Huaral, las cuales no tienen ningún tipo de uso y a su vez son desechadas, es por ello que estas materias primas son de muy factibles y de gran rendimiento. A su vez la aplicación de cualquier tipo

de método para la remoción y/o remediación de suelos contaminados con cadmio en zonas agrícolas son métodos extremadamente costosos debido a las estrategias que se usan y a las materias primas que se usan.

El presente estudio busca determinar cuál es el efecto de la adición de biochar de excretas porcina y avícola en suelos agrícola contaminados con metales pesados como lo es el cadmio, en la provincia de Huaral, es por ellos que la propuesta del uso de ambas excretas es un estrategia de reutilización de estas excretas, ya que no son usadas y más bien tienden a ser desechadas. Así mismo ambas materias al someterse al proceso de pirolisis a temperaturas que oscilan entre los 700°C, generan unos poros y micro poros los cuales al ser de mayor tamaño adsorben más los metales pesados.

El efecto provocado de la adición de biochar de excretas porcina y avícola en suelos agrícolas contaminados con cadmio va a disminuir la concentración y a su vez va a mejorar las áreas productivas.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

**H1:** El biochar de excretas porcina y biochar de excretas avícola, reduce la concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminados en Huaral, 2018.

**H2:** El biochar de excretas porcina y biochar de excretas avícola, no reduce la concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminación dos en Huaral, 2018.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

La aplicación del biochar de excretas de porcina, reduce la concentración de cadmio, en suelos agrícola contaminados en Huaral, 2018.

La aplicación del biochar de excretas avícola, reduce la concentración de cadmio, en suelos agrícola contaminados en Huaral, 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio, en suelos agrícolas contaminados Huaral, 2018.

### **1.7.2 Objetivo Especifico**

1. Determinar la dosis de biochar de excretas porcina para la reducción en concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminados, Huaral 2018.
2. Determinar la dosis de biochar de excretas avícola para la reducción en concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminados, Huaral 2018.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Tipo de Estudio**

El presente estudio es de tipo técnico - aplicativo para la elaboración del estudio, este se basó en recopilar información similares a nuestra investigación; se hace mención que este estudio busca brindar información de la adición de biochar de excretas porcina y excretas avícola para la reducción en la concentración de cadmio en suelos agrícolas contaminado.

#### **2.1.1 Diseño de Investigación**

Según Hernández Sampieri (2014). El presente estudio es de tipo experimental, se desea evidenciar mediante la adición de biochar de excretas porcina y excretas avícola la eficiencia en la reducción de cadmio en la zona de estudio de la provincia de Huaral.

## 2.2 Variables, Operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION /UNIDAD
VARIABLE INDEPENDIENTE: Biochar de excretas porcina y avícola	Según Escalante et. al el Biochar es un producto muy rico proveniente de la descomposición de materia orgánica de origen vegetal o animal, las cuales se someten a un proceso sin presencia de aire más conocidas como pirolisis y a temperaturas que oscilan a menos de los 300°.	Según Mejer et. Al (2014) Al Biochar a base de excretas de cerdo y excretas pollo, se le realizara un análisis químico para determinar sus características. El Biochar se adicionara en 24 maceteros, cada uno de estos maceteros tendrán una capacidad de 8kilos ,en tratamientos de 0% unidad de control, 5% 10% y 15%	Características Físicoquímicas	pH	1-14
				Conductividad eléctrica	us- ms
				Capacidad de intercambio catiónico	ppm
				Materia orgánica	%
				Nitrógeno	ppm
				Fosforo	ppm
				Potasio	ppm
			CaCo3	ppm	
			Dosis porcina -avícola	0	%
				5	
10					
15					

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION /UNIDAD
VARIABLE DEPENDIENTE: Reducción de la concentración de cadmio, en suelo agrícola contaminado.	se define como suelos contaminados al impacto de forma directa o indirecta de los contaminantes provocado por las actividades antropogenicas las cuales liberan lixiviados o desechos más conocidos como relaves el suelo los cuales alteran las características físicas y químicas del suelo provocando que este pierda resistencia en muchos parámetros.	El suelo contaminado con metales pesados más la aplicación de biochar elaborado de excretas de cerdo y excretas de pollo, se les realizara un análisis químico mensual y al inicio y final de la investigación. Los métodos a los cuales será sometido el suelo contaminado más la aplicación de Biochar serán : para plomo, cobre, zinc y cadmio es la espectrofotometría de adsorción atómica,(CE) conductividad eléctrica: mediante lectura de extracto, Ph :método de potenciómetro;(M.O)materia orgánica : Walkey Black; (P)fosforo : método de Olsen;(K)potasio: método de acetato de amonio ; (CIC)capacidad de intercambio catiónico : método de espectrofotometría de absorción atómica	Características Físicoquímicas	pH	1-14
				Conductividad eléctrica	us-ms
				Capacidad de intercambio catiónico	ppm
			Concentración de Cadmio	Concentración Inicial - Final	ppm
Tiempo de contacto	Meses	2			

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

La población de la presente investigación está representada por 1 hectárea de los suelos contaminados con metales pesados en las zonas agrícolas de la provincia de Huaral.

### **2.3.2. Muestra**

Este estudio toma como muestra suelos contaminados con cadmio, por ser un lugar de muy fácil acceso a su vez que cuenta con las características de uso y tipo de suelo necesario para aplicación de nuestro tratamiento. La presente investigación es ex-situ, usándose camas de repique de 0.5 metros x 1 metro. Cada cama contendrá 8 kilos de suelo; en la investigación se contara con 24 camas, por lo cual se utilizó 192 kilos de suelo agrícola contaminado que la muestra con la cual se trabajó.

### **2.3.3 Muestreo**

El muestreo que se empleó en el presente estudio es al azar, ya que se tomaran 20 puntos en el área de investigación, donde el tesista es el principal evaluador ya que elige el espacio en donde se sacara las muestras de suelo contaminado con metales pesados, para su posterior tratamiento.

### **2.3.4 Unidad de Análisis**

Los suelos contaminados con metales pesados poseen las características de tener un pH ácido, una conductividad eléctrica baja, y una alta capacidad de intercambio catiónico. Es por ello que la aplicación de algún tipo de tratamiento busca modificar estos parámetros para lograr disminuir la concentración de cadmio en el suelo.

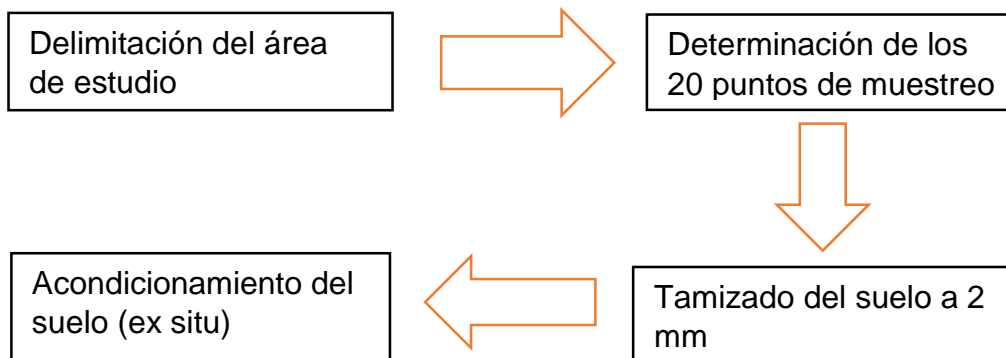
## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1 La Técnica

Según López (2016), Hernández (2016), recomiendan que para presente investigación la técnica a usarse es la observación y experimental, ya que mediante la adición del biochar elaborado de excretas porcina y avícola se desea determinar cuál es la dosis de biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio del suelo agrícola contaminado.

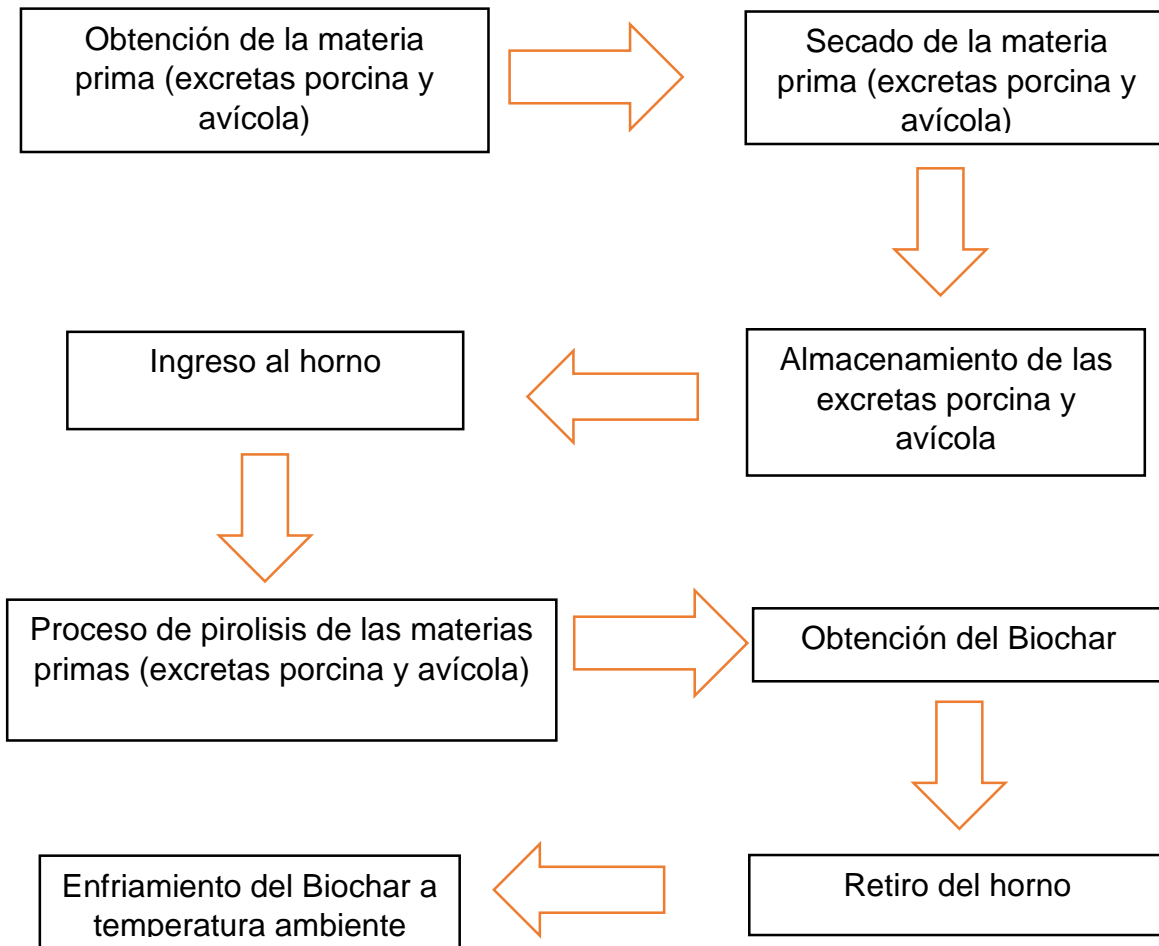
A su vez mediante el uso de estas técnicas, permite que el evaluador tenga la completa potestad de la investigación, de tal modo que este pueda adecuar la investigación y evitar interferencias externas.

**Figura N°1 Procedimiento de la obtención del suelo contaminado**



Fuente: elaboración propia 2018.

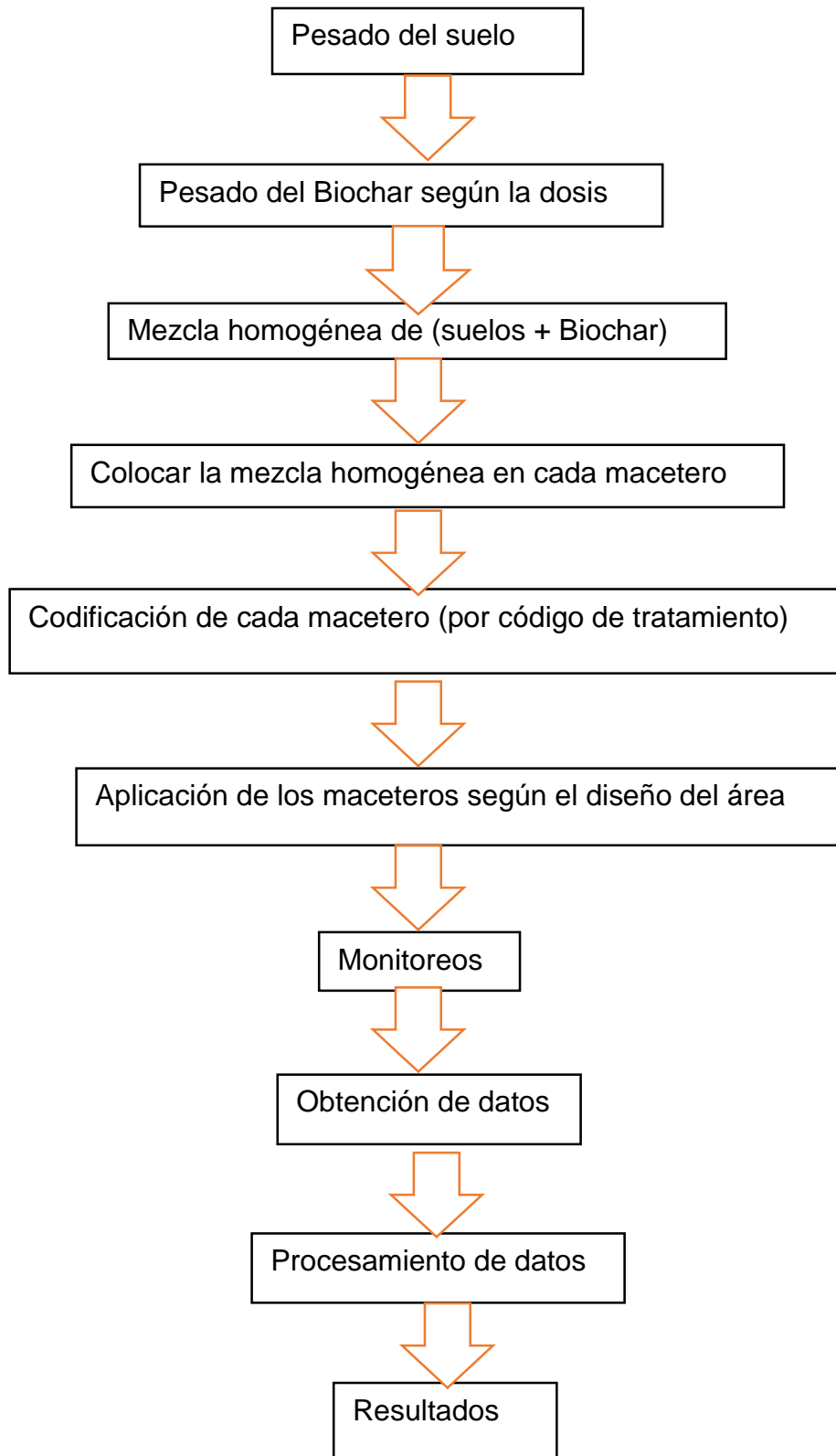
**Figura N°2 Procedimiento de elaboración del biochar**



Fuente: elaboración propia 2018.

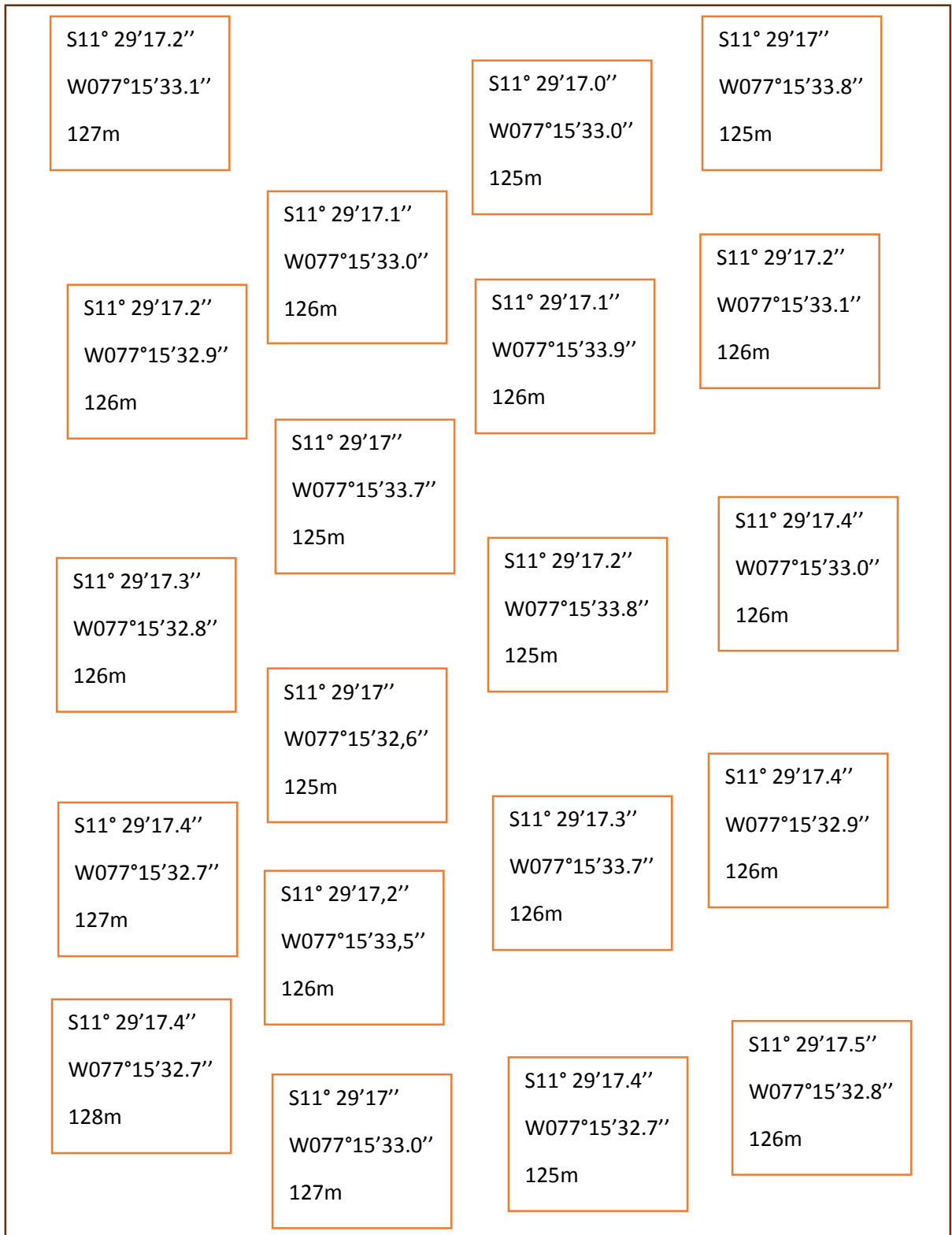


**Figura N°3 Procedimiento del estudio**



Fuente: elaboración propia 2018.

**Figura Nº 4 Área de muestreo de suelo contaminado**



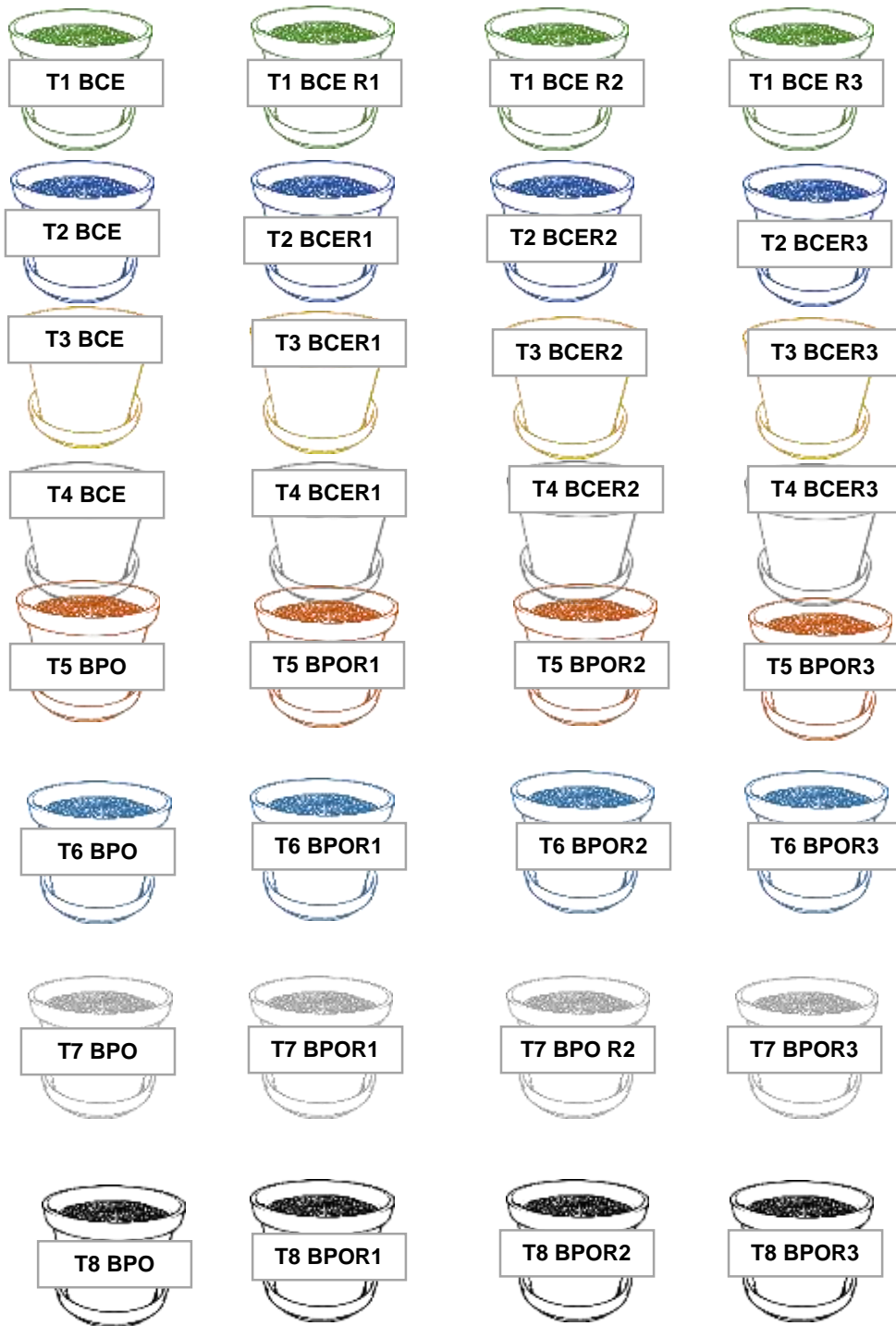
Fuente: elaboración propia 2018.

Tabla N° 1 Distribución del tratamiento

<b>BIOCHAR DE EXCRETAS PORCINA</b>		
<b>Distribución</b>	<b>código</b>	<b>Tratamiento</b>
	<b>T1 BEP</b>	Tratamiento 1= 0% de Biochar de Excretas Porcina por 8 kilos de suelo. <b>(8 kg de suelo+ 0 gr de Biochar )</b>
	<b>T2 BEP</b>	Tratamiento 2= 5% de Biochar de Excretas Porcina por 8 kilos de suelo. <b>(8 kg de suelo+400 gr de Biochar)</b>
	<b>T3 BEP</b>	Tratamiento 3= 10% de Biochar de Excretas Porcina por 8 kilos de suelo. <b>(8 kg de suelo+800 gr de Biochar)</b>
	<b>T4 BEP</b>	Tratamiento 4 = 15% de Biochar de Excretas Porcina por 8 kilos de suelo. <b>(8 kg de suelo+1200 gr de Biochar)</b>
<b>BIOCHAR DE EXCRETAS AVÍCOLA</b>		
<b>Distribución</b>	<b>código</b>	<b>Tratamiento</b>
	<b>T5 BEA</b>	Tratamiento 5= 0% de Biochar de Excretas Avícola por 8 kilos de suelo. <b>(8 kg de suelo+ 0 gr de Biochar)</b>
	<b>T6BEA</b>	Tratamiento 6= 5% de Biochar de Excretas Avícola por 8 kilos de suelo. <b>(8kg de suelo+400 gr de Biochar)</b>
	<b>T7 BEA</b>	Tratamiento 7= 10% de Biochar de Excretas Avícola por 8 kilos de suelo. <b>(8kg de suelo+800 gr de Biochar)</b>
	<b>T8 BEA</b>	Tratamiento 8= 15% de Biochar de Excretas Avícola por 8 kilos de suelo. <b>(8kg de suelo+1200 gr de Biochar)</b>

Fuente: Elaboración propia 2018.

Figura N° 5 Área de estudio experimental



Fuente: Elaboración propia 2018.

#### **2.4.2 Instrumento:**

Los instrumentos usados en el presente estudio son:

- a. **Ficha de Elaboración de Biochar:** esta ficha menciona los datos del evaluador, la fecha en la cual se realizara la elaboración del Biochar, el lugar donde se realizara, la cantidad de materias primas expresadas en kilogramos, la temperatura en la que se realiza el Biochar y la cantidad de Biochar obtenido. **(ANEXO N:1)**
  
- b. **Ficha de Monitoreo:** en esta ficha se brindan los datos del evaluador, la fecha en la que se realizara el muestreo, la descripción del lugar, las coordenadas UTM, la técnica de muestreo a usarse, la codificación de la muestra, la cantidad de puntos de muestreo, el laboratorio a donde se dirige la muestra, las especies herbarias presentes en el lugar de estudio. **(ANEXO N:2)**
  
- c. **Ficha de Cadena de Custodia de Suelo:** en ellas se brindan los datos del evaluador y/o responsable, el tipo de tratamiento que se adiciona la suelo, la fecha en la que se realiza y una observación que se realice, a su vez se brindan de los parámetros a analizarse como el plomo, cadmio, cobre, zinc, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, potasio, fosforo, carbonatos y materia orgánica. **(ANEXO N:3)**
  
- d. **Ficha de Monitoreo Mensual:** es esta ficha se brindan los datos del evaluador y/o responsable, el tipo de tratamiento a utilizarse, la fecha en la que se realiza el monitoreo y las observaciones presentadas en el momento del monitoreo, los parámetros a evaluar son la conductividad eléctrica, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. **(ANEXO N:4)**

- a) **Ficha de Elaboración de Biochar (ANEXO N:1):** esta ficha es evaluada por 3 expertos; la ficha tiene el objetivo de recopilar información sobre la elaboración del Biochar de excretas porcino y avícola; la validez de la evaluación es : **93%**
- b) **Ficha de Monitoreo (ANEXO N°2):** la ficha es evaluación por 3 expertos; tiene el objetivo de recopilar información de las coordenadas UTM del lugar de estudio y de la cantidad de puntos de muestreo ; la validez de la evaluación es : **89,3 %**
- c) **Ficha de Cadena de Custodia de Suelo (ANEXO N°3):** la ficha es evaluada por 3 expertos; tiene como objetivo recopilar datos de , el tipo de tratamiento que se adiciona la suelo, la fecha en la que se realiza y de los parámetros a analizarse, la validez de la evaluación es : **87,6 %**
- d) **Ficha de Monitoreo Mensual (ANEXO N°4):** la ficha es evaluada por 3 expertos; tiene el objetivo de recopilar datos del tipo de tratamiento a utilizarse, la fecha en la que se realiza el monitoreo, y de los parámetros a evaluarse, la validez de la evaluación es: **96 %.**

### 2.4.3 Confiabilidad

**Tabla Nº 5 Ficha de Elaboración de Biochar (ANEXO N: 1)**

<b>Estadísticas de Fiabilidad</b>	
Alfa de Cron Bach	N de elementos
,995	10

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$\alpha = 995$

**Tabla Nº 6 Ficha de monitoreo (ANEXO N°2)**

<b>Estadísticas de Fiabilidad</b>	
Alfa de Cron Bach	N de elementos
,975	10

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$\alpha = ,975$

**Tabla Nº 7 Ficha de cadena de custodia de suelo (ANEXO N°3)**

<b>Estadísticas de Fiabilidad</b>	
Alfa de Cron Bach	N de elementos
1,000	10

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$\alpha = 1,000$

**Tabla Nº 8 Ficha de monitoreo mensual (ANEXO N°4)**

<b>Estadísticas de Fiabilidad</b>	
Alfa de Cron Bach	N de elementos
,988	10

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$\alpha = ,988$

## **2.5 Métodos de Análisis de Datos**

El presente estudio busca brindar y recopilar información basada en el efecto de la adición de biochar de excretas porcina y biochar de excretas avícola en la reducción de la concentración de cadmio, para ello se usaran programas estadísticos.

El trabajo fue planteado bajo el diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones y una maceta como unidad experimental para cada biochar tanto para porcina como avícola, para la prueba de los promedios se usó el contraste de Tukey, luego en la comparación entre biochar se usó el T- student, para las tablas y gráficos se usó Excel.

## **2.6 Aspectos Éticos**

La presente investigación brinda resultados verídicos, los cuales se podrán corroborar y verificar con la metodología establecida, los resultados serán provenientes de los análisis de suelo realizados en laboratorios certificados. Cabe resaltar que los resultados obtenidos se acondicionaran en los instrumentos los cuales han sido validados por 3 expertos en el tema.



### III RESULTADOS

#### 3.1 Características del biochar

La Elaboración del biochar a base de excretas porcina y avícola, por fue ingresado al horno pirolítico por separado, las excretas porcina secas se ingresaron en una cantidad de 25,5 kilogramos, pasada el tiempo de producción se obtuvo 14,25 kilogramos, las excretas avícola secas se ingresaron en una cantidad de 25 kilogramos y se obtuvieron 15.32 kilogramos.

**Tabla N° 9 Elaboración de biochar**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad(Kg)</b>	<b>Biochar total (Kg)</b>	<b>Rendimiento(%)</b>
Excretas Porcina	25.50	14.25	55,88
Excretas Avícola	25.00	15.32	61,31

Fuente: Elaboración propia 2018.

Posteriormente se realizó un análisis de caracterización de ambos biochar, en los laboratorios de INIA- DONOSO, biochar donde se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla N° 10 Caracterización del biochar de excretas avícola.**

<b>Biochar de Excretas Avícola</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
C.E	mS/cm	12.60
pH	Potencial de Hidrogeno (1-14)	9.08
Materia orgánica	%	7.61
Nitrógeno	%	0.38
Fosforo	ppm	271.00
Potasio	ppm	19.38
Carbonatos	%	0.44
Calcio	meq/100 gr suelo	17.41
Magnesio	meq/100 gr suelo	2.51
Sodio	meq/100 gr suelo	0.30
Potasio	meq/100 gr suelo	49.61
CIC	meq/100 gr suelo	69.86

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N° 11 Caracterización del biochar de excretas porcina.**

<b>Biochar de Excretas Porcina</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
C.E	mS/CM	20.60
pH	Potencial de Hidrogeno (1-14)	9.12
Materia orgánica	%	7.44
Nitrógeno	%	0.37
Fosforo	ppm	174
Potasio	ppm	12.35
Carbonatos	%	1.76
Calcio	meq/100 gr suelo	16.70
Magnesio	meq/100 gr suelo	2.08
Sodio	meq/100 gr suelo	0.33
Potasio	meq/100 gr suelo	31.63
CIC	meq/100 gr suelo	50.74

Fuente: Elaboración propia 2018.

A los suelos de la presente investigación se realizó una caracterización de suelo y de metales pesados, los resultados fueron los siguientes.

**Tabla N° 12 Caracterización del suelo contaminado**

<b>Suelo Contaminado</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
C.E	mS/cm	3.90
pH	Potencial de Hidrogeno (1-14)	6.25
Materia Orgánica	%	1.51
Nitrógeno	%	0.08
Fosforo	ppm	14.00
Potasio	ppm	380.00
Carbonatos	%	1.76
calcio	meq/100 gr suelo	19.99
Magnesio	meq/100 gr suelo	1.84
Sodio	meq/100 gr suelo	0.31
Potasio	meq/100 gr suelo	0.97
CIC	meq/100 gr suelo	23.11
Plomo	ppm	45.89
Cadmio	ppm	9.58

Fuente: Elaboración propia 2018.

### 3.2 Biochar de excretas porcina

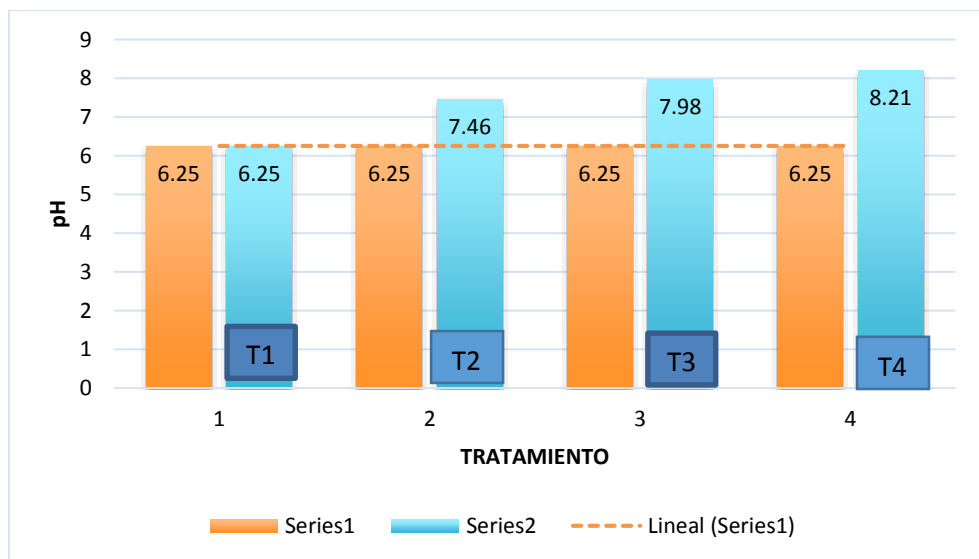
#### 3.2.1 pH del suelo más biochar de excretas porcina

El pH fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes.

**Tabla N°13 pH del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas de porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	pH	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	6.25	R1	6,25	6,25
		R2	6,25	
		R3	6,25	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	7,36	7,46
		R2	7,55	
		R3	7,49	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	7,79	7,98
		R2	8,06	
		R3	8,09	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	8,23	8,21
		R2	8,14	
		R3	8,27	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°1 pH del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°1, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado el pH del suelo tras un mes de aplicación de biochar.

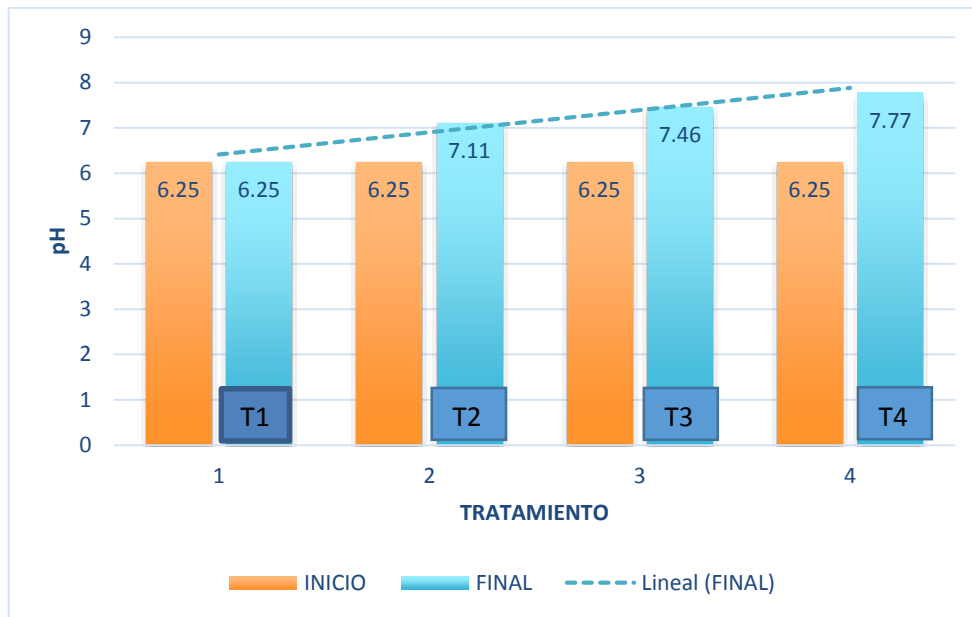
#### 3.2.1.1 pH del suelo más biochar de excretas porcina (Inicio- Final)

El pH fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°14 pH del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas porcina (pH)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	6,25	6,25
	R2	6,25	6,25
	R3	6,25	6,25
	Promedio	6,25	6,25
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	6,25	6,8
	R2	6,25	7,33
	R3	6,25	7,22
	Promedio	6,25	7,11
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	6,25	7,34
	R2	6,25	7,49
	R3	6,25	7,57
	Promedio	6,25	7,46
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	6,25	7,62
	R2	6,25	7,86
	R3	6,25	7,85
	Promedio	6,25	7,77

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°2 pH del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°2 y la tabla No 14, todos los tratamientos tiene un pH inicial de 6,25 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales, el T2 tiene pH final de 7,11. El T3 tienen como pH 7,46 y el T4 tiene un pH final de 7,77, T1 (Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°15 Prueba de normalidad pH del suelo más biochar de excretas porcina

PH	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,211	4	.	,965	4	,809
	R2	,306	4	.	,895	4	,406
	R3	,249	4	.	,918	4	,526

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°16 Prueba de homocasticidad de varianzas (pH)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
PH	Based on Mean	,002	2	9	,998
	Based on Median	,012	2	9	,988
	Based on Median and with adjusted df	,012	2	7,498	,988
	Based on trimmed mean	,001	2	9	,999

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,998 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°17 Prueba de muestras emparejadas (pH)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T1 - T2	-,86667	,27970	,16149	-1,56149	-,17185	-5,367	2	,033
Pair 2	T1 - T3	-1,21667	,11676	,06741	-1,50672	-,92661	-18,048	2	,003
Pair 3	T1 - T4	-1,52667	,13577	,07839	-1,86394	-,18940	-19,476	2	,003

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°17, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** es de **p valor** 0,033 es menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T2**. El **T1 - T3** tiene un **p valor** es 0,003 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T3**. Correspondiente **T1 - T4** tiene un **p valor** es 0,003 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T4**. Correspondiente al pH tras la adición de biochar de excretas porcina.

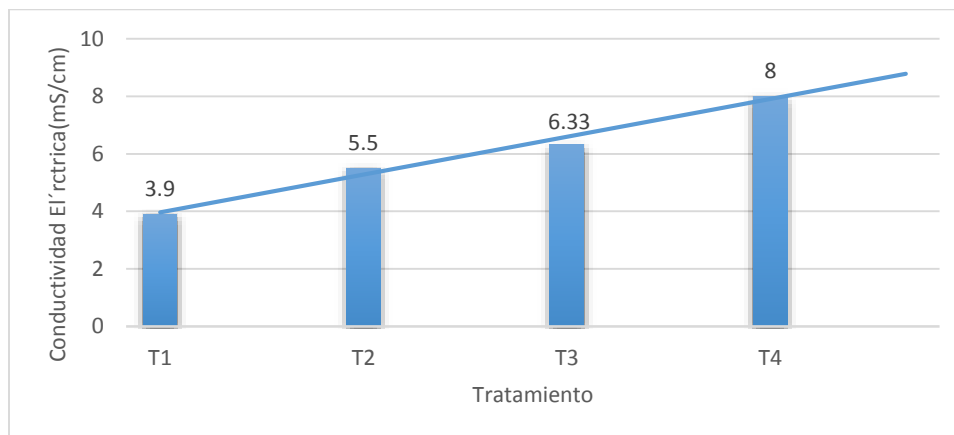
### 3.2.2 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina

La conductividad fue medida tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°18 CE del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	C.E	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	3.90	R1	3,90	3,90
		R2	3,90	
		R3	3,90	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	5,50	5,50
		R2	5,40	
		R3	5,60	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	6,30	6,33
		R2	6,60	
		R3	6,10	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	7,00	8,00	
	R2	7,40		
	R3	9,60		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°3 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°3, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado la conductividad eléctrica del suelo tras un mes de aplicación de biochar excretas porcina.

#### 3.2.2.1 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina

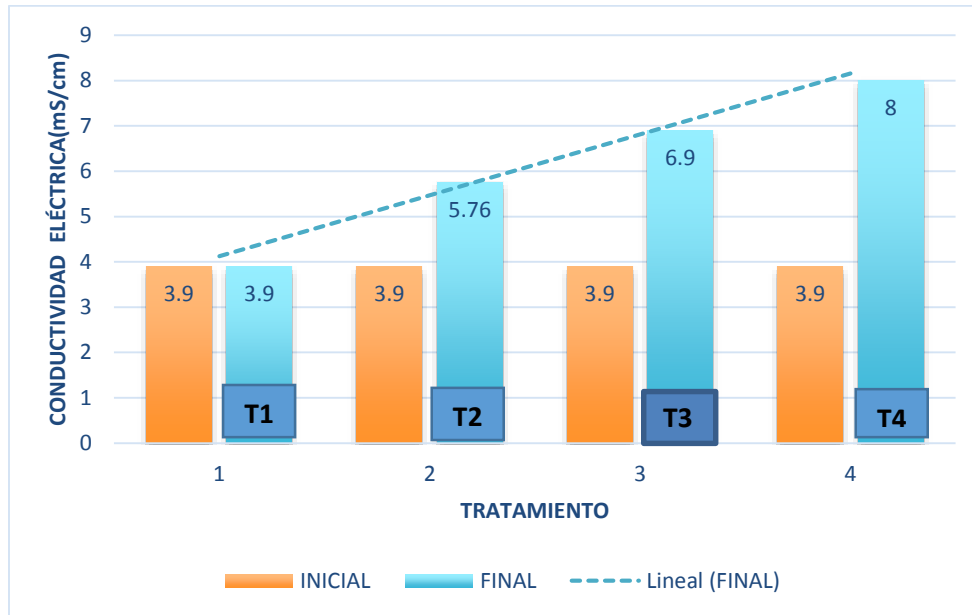
La conductividad fue medida al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°19 CE del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas porcina (ce)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	3,90	3,90
	R2	3,90	3,90
	R3	3,90	3,90
	Promedio	3,90	3,90
<b>T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	3,90	6,00
	R2	3,90	5,90
	R3	3,90	5,40
	Promedio	3,90	5,76
<b>T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	3,90	6,90
	R2	3,90	6,50
	R3	3,90	7,30
	Promedio	3,90	6,90
<b>T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	3,90	6,70
	R2	3,90	8,60
	R3	3,90	8,70
	Promedio	3,90	8,00

Fuente: Elaboración propia 2018.





Fuente: Elaboración propia 2018.

#### Figura N°4 CE del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°3 y la tabla No 19 , todos los tratamientos tiene una conductividad eléctrica inicial de 3,9 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene una conductividad eléctrica final de 5,76 .El T3 tienen como una conductividad eléctrica 6,9 y el T4 tiene una conductividad eléctrica final de 8, T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°20 Prueba de normalidad conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas porcina.**

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CE R1	,286	4	.	,840	4	,196
R2	,193	4	.	,988	4	,945
R3	,178	4	.	,980	4	,905

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°21 Prueba de homocedasticidad de varianzas (CE)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CE	Based on Mean	,528	2	9	,607
	Based on Median	,537	2	9	,602
	Based on Median and with adjusted df	,537	2	8,378	,603
	Based on trimmed mean	,554	2	9	,593

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,607 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°22 Prueba de muestras emparejadas (CE)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	T1 - T2	-1,86667	,32146	,18559	-2,66521	-1,06813	-10,058	2	,010
Pair 2	T1 - T3	-3,00000	,40000	,23094	-3,99366	-2,00634	-12,990	2	,006
Pair 3	T1 - T4	-4,10000	1,12694	,65064	-6,89948	-1,30052	-6,301	2	,024

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°22, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** donde **p valor** es 0,010 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre **T1- T2**, **T1 - T3** su **p valor** es 0,006 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre **T1- T3** . **T1 – T4** su **p valor** es 0,024 es menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre **T1- T4** Correspondiente a la conductividad eléctrica tras la adición de biochar de excretas porcina.

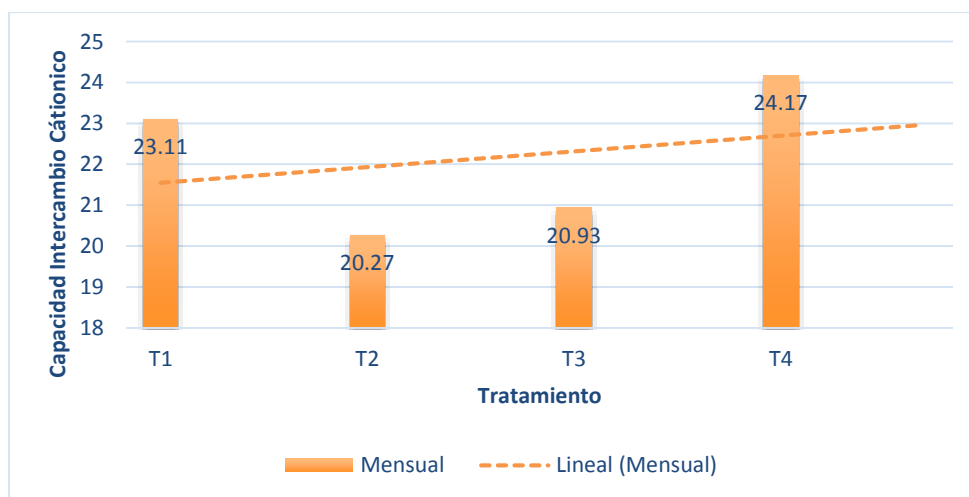
### 3.2.3 Capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas porcina

La capacidad de intercambio catiónico fue medida tras un mes post la adición de Biochar de Excretas Porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°23 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	CIC	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	23.11	R1	23,11	23,11
		R2	23,11	
		R3	23,11	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	20,64	20,27
		R2	20,24	
		R3	19,95	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	20,85	20,93
		R2	20,95	
		R3	21.00	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	23,83	24,17
		R2	22,47	
		R3	26,22	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°5 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°5, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que los tratamientos T2(5%), T3(10%), han disminuido el CIC, a diferencia del T4 (15%) el cual ha elevado el CIC tras un mes de aplicación de biochar excretas porcina.

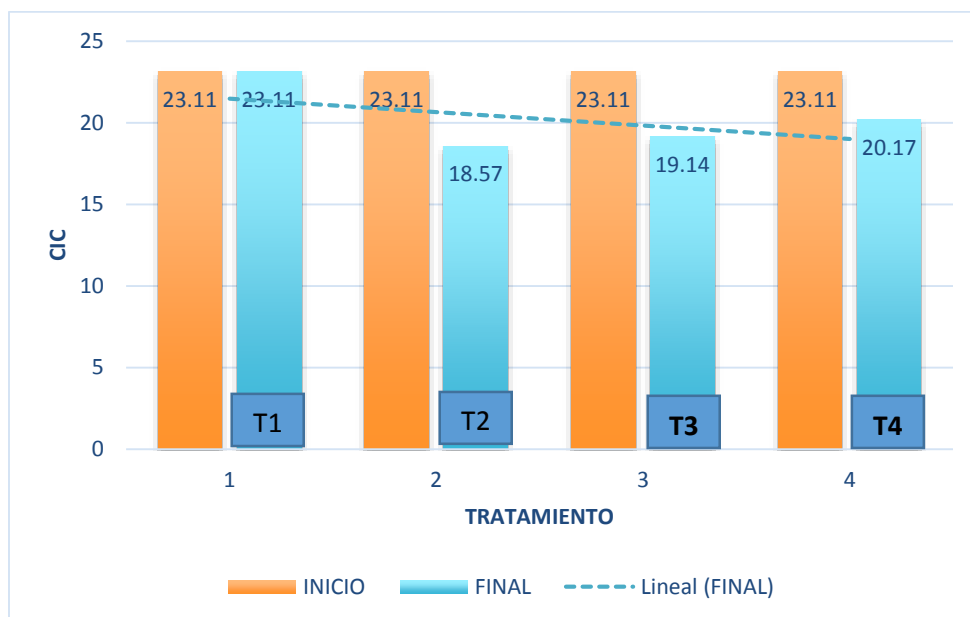
#### 3.2.3.1 Capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas porcina

La Capacidad de intercambio catiónico fue medida al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°24 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas porcina (CIC)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	23,11	23,11
	R2	23,11	23,11
	R3	23,11	23,11
	Promedio	23,11	23,11
<b>T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	23,11	18,48
	R2	23,11	19,35
	R3	23,11	17,90
	Promedio	23,11	18,57
<b>T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	23,11	18,80
	R2	23,11	19,07
	R3	23,11	19,56
	Promedio	23,11	19,14
<b>T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	23,11	17,41
	R2	23,11	20,18
	R3	23,11	22,94
	Promedio	23,11	20,17

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°6 CIC del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°6 y la tabla No 24 , todos los tratamientos tiene una CIC inicial de 23,11 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene CIC final de 18,57 .El T3 tienen como CIC 19,14 y el T4 tiene CIC final de 20,17 , T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°25 Prueba de normalidad capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas porcina

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CIC R1	,352	4	.	,833	4	,176
R2	,303	4	.	,828	4	,162
R3	,289	4	.	,865	4	,279

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°26 Prueba de homocasticidad de varianzas (CIC)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CIC	Based on Mean	,595	2	9	,572
	Based on Median	,398	2	9	,683
	Based on Median and with adjusted df	,398	2	6,421	,687
	Based on trimmed mean	,581	2	9	,579

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,572 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°27 Prueba de muestras emparejadas (CIC)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T1 - T2	4,53333	,72982	,42136	2,72037	6,34630	10,759	2	,009
Pair 2	T1 - T3	3,96667	,38527	,22244	3,00960	4,92373	17,833	2	,003
Pair 3	T1 - T4	2,93333	2,76500	1,59637	-3,93531	9,80198	1,837	2	,208

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°27, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** donde su p valor es 0,009 es mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es 0,003 menor de **0,05** entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T3**, **T1 - T4** su p valor es 0,208 es mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T4**. Correspondiente a la conductividad eléctrica tras la adición de biochar de excretas porcina.

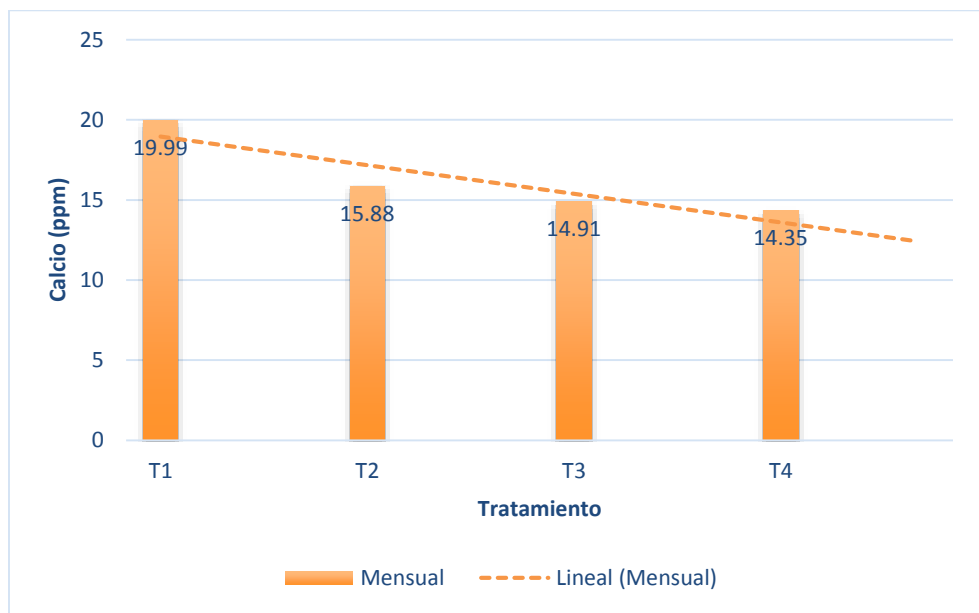
### 3.2.4 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina.

El calcio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°28 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Ca	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	19.99	R1	19,99	19,99
		R2	19,99	
		R3	19,99	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	16,51	15,88
		R2	15,96	
		R3	15,18	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	14,44	14,91
		R2	15,26	
		R3	15,03	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	14,55	14,35
		R2	14,55	
		R3	13,95	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°7 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°7, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación biochar, representados por T1 (0%) (Testigo), T2 (5%), T3 (10%), y T4 (15%), respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han disminuido el calcio del suelo tras un mes de aplicación de biochar.

#### 3.2.4.1 Calcio del suelo más biochar de excretas porcina

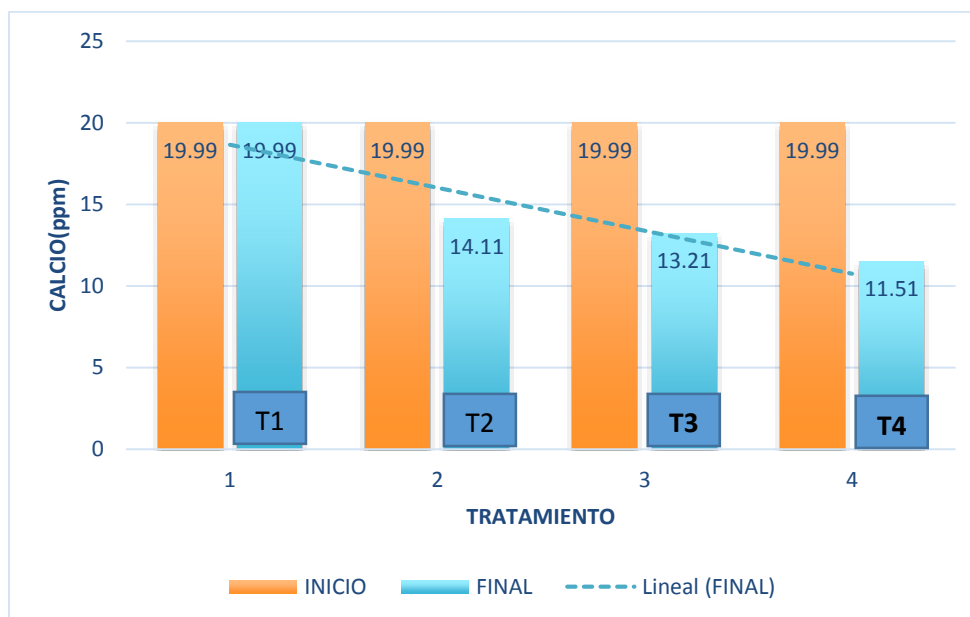
El calcio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

Tabla N°29 Ca del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas porcina (Calcio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	19,99	19,99
	R2	19,99	19,99
	R3	19,99	19,99
	Promedio	19,99	19,99
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	19,99	13,56
	R2	19,99	14,78
	R3	19,99	14,01
	Promedio	19,99	14,11
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	19,99	14,18
	R2	19,99	12,99
	R3	19,99	12,48
	Promedio	19,99	13,21
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	19,99	12,06
	R2	19,99	11,49
	R3	19,99	10,98
	Promedio	19,99	11,51

Fuente: Elaboración propia 2018.





Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°8 Ca del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°6 y la tabla No 24 , todos los tratamientos tiene una Calcio inicial de 19,99 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene Calcio final de 14,11 .El T3 tienen como Calcio 13,21 y el T4 tiene Calcio final de 11,51 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°30 Prueba de normalidad calcio del suelo más biochar de excretas porcina

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CALCIO R1	,337	4	.	,850	4	,226
R2	,254	4	.	,916	4	,513
R3	,286	4	.	,888	4	,376

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°31 Prueba de homocasticidad de varianzas (Ca)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CALCIO	Based on Mean	,021	2	9	,980
	Based on Median	,041	2	9	,960
	Based on Median and with adjusted df	,041	2	8,880	,960
	Based on trimmed mean	,018	2	9	,983

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,980 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°32 Prueba de muestras emparejadas (Ca)**

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Paired Differences		t	df	Sig. (2- tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T1 - T2	5,87333	,61695	,35620	4,34073	7,40593	16,489	2	,004
Pair 2	T1 - T3	6,77333	,87237	,50366	4,60624	8,94043	13,448	2	,005
Pair 3	T1 - T4	8,48000	,54028	,31193	7,13788	9,82212	27,186	2	,001

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°32, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** su **p valor** es 0,004 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es de 0,005 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T3** , **T1 - T4** su **p valor** es de 0,001 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T4** .Correspondiente al calcio tras la adición de biochar de excretas porcina.

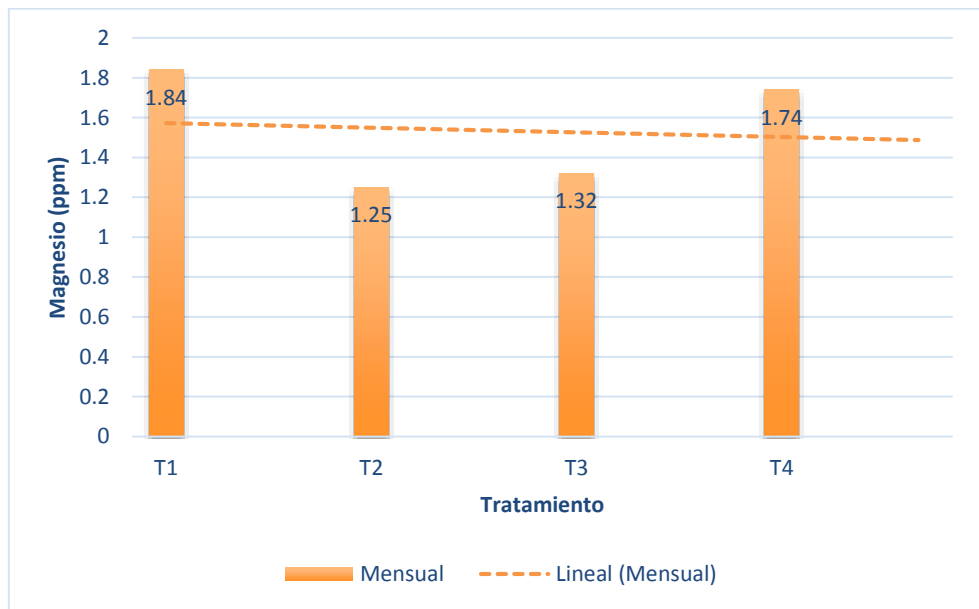
### 3.2.5 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina

El magnesio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°33 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Mg	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	1,84	R1	1,84	1,84
		R2	1,84	
		R3	1,84	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	1,25	1,25
		R2	1,36	
		R3	1,14	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	1,32	1,32
		R2	1,25	
		R3	1,41	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	1,72	1,74	
	R2	1,48		
	R3	2,04		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°9 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°9, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que los T2(5%), T3(10%),han disminuido el magnesio a diferencia del T4 (15%) el cual ha elevado el calcio del suelo tras un mes de aplicación de Biochar.

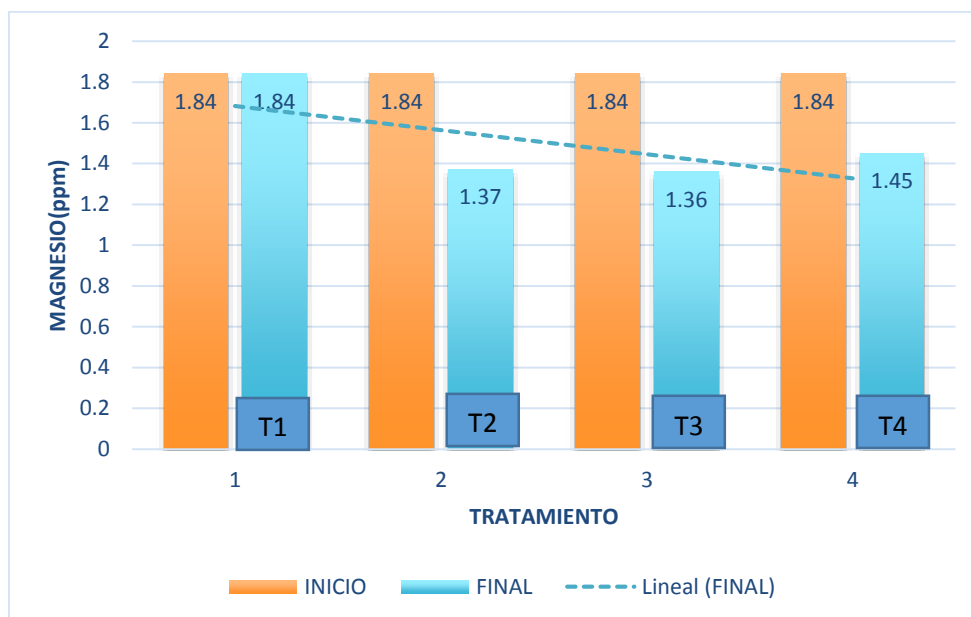
#### 3.2.5.1 Magnesio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

El magnesio fue medido al inicio y al final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

Tabla N°34 Mg del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas porcina (magnesio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	1,84	1,84
	R2	1,84	1,84
	R3	1,84	1,84
	PROMEDIO	1,84	1,84
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	1,84	1,35
	R2	1,84	1,47
	R3	1,84	1,30
	PROMEDIO	1,84	1,37
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	1,84	1,5
	R2	1,84	1,25
	R3	1,84	1,35
	PROMEDIO	1,84	1,36
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	1,84	1,27
	R2	1,84	1,41
	R3	1,84	1,68
	PROMEDIO	1,84	1,45

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°10 Mg del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°10 y la tabla No 34 , todos los tratamientos tiene una magnesio inicial de 1,84 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene magnesio final de 1,37 .El T3 tienen como magnesio 1,36 y el T4 tiene magnesio final de 1,45 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°35 Prueba de normalidad magnesio del suelo más biochar de excretas porcina

MAGNESIO	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,234	4	.	,911	4	,488
	R2	,286	4	.	,924	4	,558
	R3	,270	4	.	,893	4	,396

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°36 Prueba de homocasticidad de varianzas (Mg)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MAGNESIO	Based on Mean	,143	2	9	,869
	Based on Median	,152	2	9	,861
	Based on Median and with adjusted df	,152	2	7,072	,862
	Based on trimmed mean	,151	2	9	,862

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,869 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°37 Prueba de muestras emparejadas (Mg)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T1 - T2	,46667	,08737	,05044	,24963	,68370	9,251	2	,011
Pair 2	T1 - T3	,47333	,12583	,07265	,16075	,78591	6,515	2	,023
Pair 3	T1 - T4	,38667	,20841	,12032	-,13104	,90438	3,214	2	,085

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°37, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** su **p valor** es 0,011 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es de 0,023 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T1-T3**, **T1 - T4** su **p valor** es de 0,001 mayor de 0,085 entonces se acepta la **H0** no existe diferencia entre el **T1-T4**. Correspondiente al magnesio tras la adición de biochar de excretas porcina.

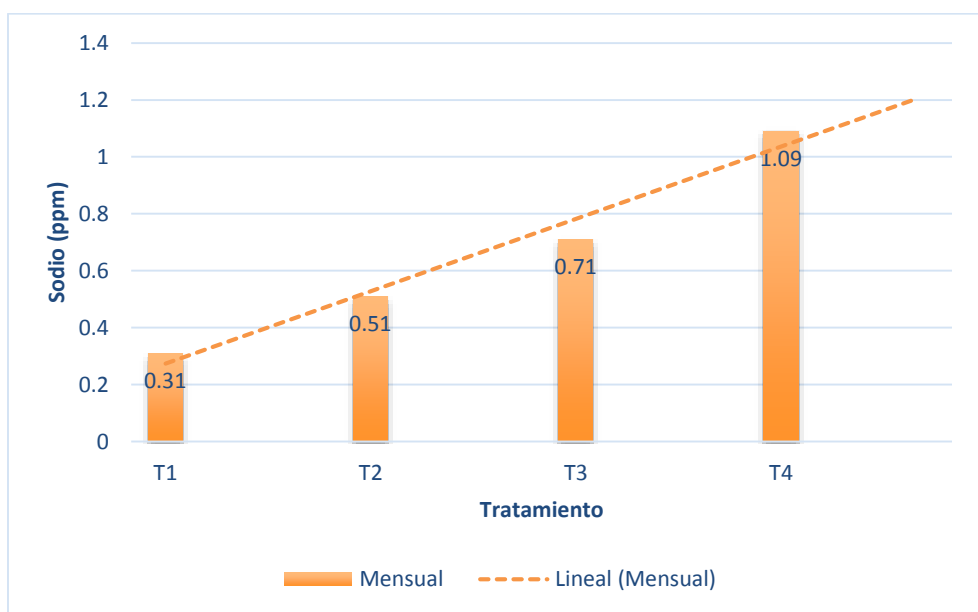
### 3.2.6 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina

El sodio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°38 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Na	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	0,31	R1	0,31	0,31
		R2	0,31	
		R3	0,31	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	0,50	0,51
		R2	0,61	
		R3	0,44	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	0,75	0,71
		R2	0,68	
		R3	0,7	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	1,02	1,09	
	R2	0,83		
	R3	1,42		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°11 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°11, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado el sodio del suelo tras un mes de aplicación de Biochar.

#### 3.2.6 .1 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

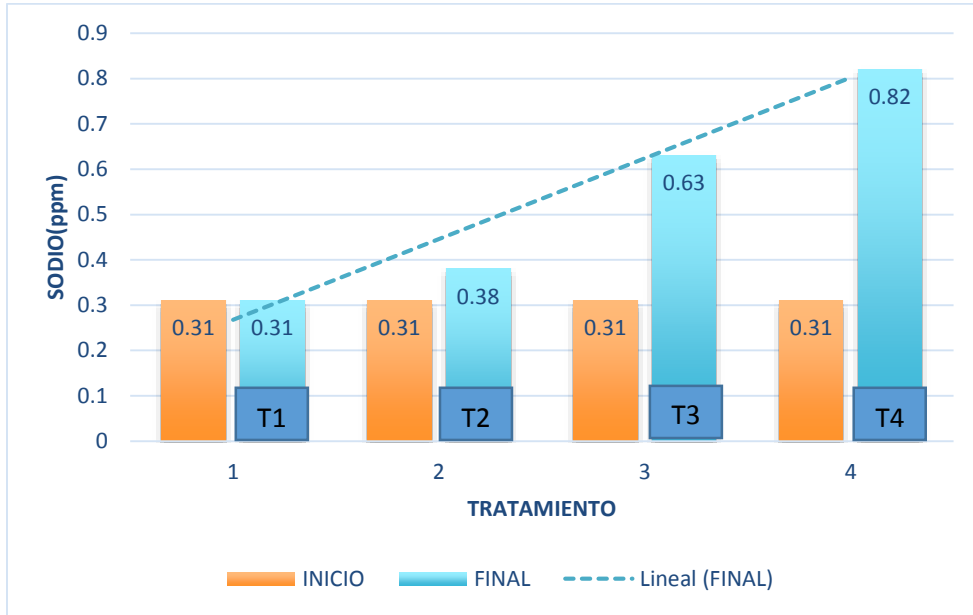
El sodio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°39 Na del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas porcina (sodio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	0,31	0,31
	R2	0,31	0,31
	R3	0,31	0,31
	Promedio	0,31	0,31
<b>T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	0,31	0,39
	R2	0,31	0,44
	R3	0,31	0,33
	Promedio	0,31	0,38
<b>T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	0,31	0,49
	R2	0,31	0,63
	R3	0,31	0,78
	Promedio	0,31	0,63
<b>T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	0,31	0,57
	R2	0,31	0,76
	R3	0,31	1,14
	Promedio	0,31	0,82

Fuente: Elaboración propia 2018.





Fuente: Elaboración propia 2018.

**Figura N°12 Sodio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Como se muestra en la Figura N°12 y la tabla No 39 , todos los tratamientos tiene una sodio inicial de 0,31 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene sodio final de 0,386 .El T3 tienen como sodio 0,63 y el T4 tiene sodio final de 0,82 T1 (Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°40 Prueba de normalidad sodio del suelo más biochar de excretas porcina**

SODIO	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,170	4	.	,983	4	,921
	R2	,183	4	.	,974	4	,866
	R3	,282	4	.	,877	4	,327

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°41 Prueba de homocedasticidad de varianzas (Na)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
SODIO	Based on Mean	5,667	2	9	,026
	Based on Median	4,270	2	9	,050
	Based on Median and with adjusted df	4,270	2	4,507	,091
	Based on trimmed mean	5,644	2	9	,026

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,026 < 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°42 Prueba de muestras emparejadas (Na)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	T1 - T2	-,07667	,05508	,03180	-,21348	,06015	-2,411	2	,137
Pair 2	T1 - T3	-,32333	,14503	,08373	-,68360	,03694	-3,862	2	,061
Pair 3	T1 - T4	-,51333	,29023	,16756	-1,23430	,20764	-3,064	2	,092

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°42, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** su **p valor** es 0,137 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es de 0,061 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T3** , **T1 - T4** su **p valor** es de 0,092 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T4** .Correspondiente al sodio tras la adición de biochar de excretas porcina.

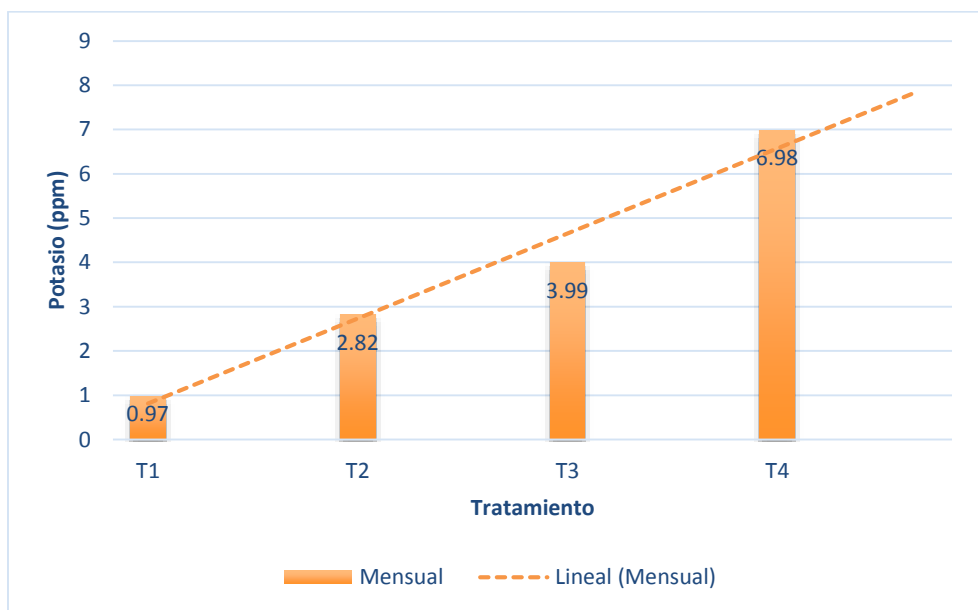
### 3.2.7 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina

El potasio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°43 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)**

Biochar de excretas porcina				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	K	Promedio
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	0,97	R1	0,97	0,97
		R2	0,97	
		R3	0,97	
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	2,37	2,82
		R2	3,21	
		R3	2,89	
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	4,34	3,99
		R2	3,77	
		R3	3,86	
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	6,54	6,98
		R2	5,61	
		R3	8,80	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°13 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (MENSUAL)

En la Figura N°13, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T1(0%)(Testigo), T2(5%), T3(10%),y T4 (15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado el potasio del suelo tras un mes de aplicación de biochar.

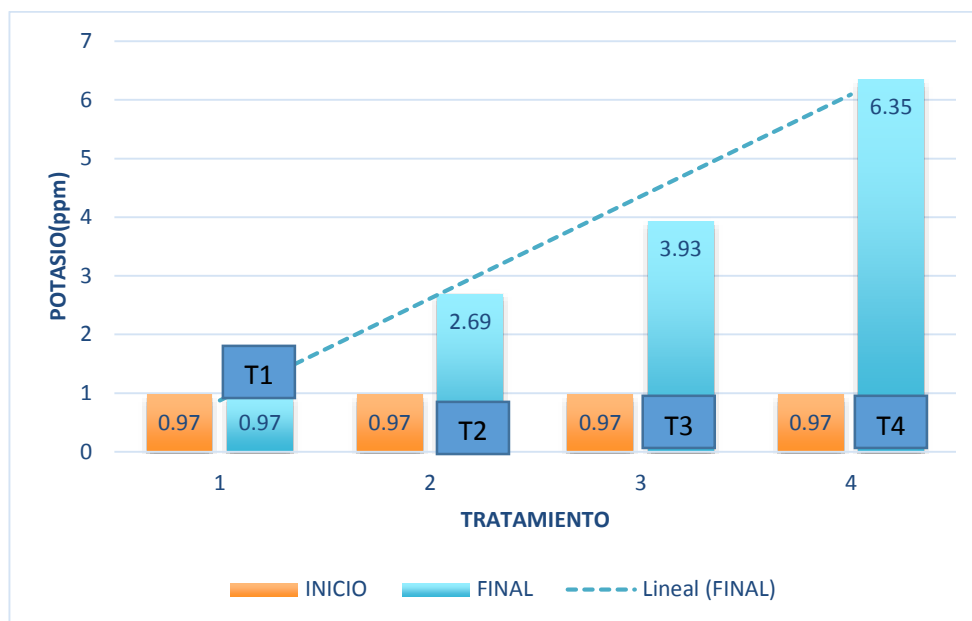
#### 3.2.7.1 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO – FINAL)

El potasio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

Tabla N°44 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas porcina (potasio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	0,97	0,97
	R2	0,97	0,97
	R3	0,97	0,97
	Promedio	0,97	0,97
T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	0,97	3,17
	R2	0,97	2,65
	R3	0,97	2,27
	Promedio	0,97	2,69
T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	0,97	2,64
	R2	0,97	4,2
	R3	0,97	4,95
	Promedio	0,97	3,93
T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	0,97	3,5
	R2	0,97	6,43
	R3	0,97	9,14
	Promedio	0,97	6,35

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

#### Figura N°14 Potasio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°14 y la tabla No 44 , todos los tratamientos tiene una potasio inicial de 0,97 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene potasio final de 2,69 .El T3 tienen como potasio 3,93 y el T4 tiene potasio final de 6,35 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

#### Tabla N°45 Prueba de normalidad potasio del suelo más biochar de excretas porcina

POTASIO	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,275	4	.	,881	4	,342
	R2	,153	4	.	,994	4	,976
	R3	,216	4	.	,941	4	,658

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°46 Prueba de homoceasticidad de varianzas (k)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
POTASIO	Based on Mean	2,232	2	9	,163
	Based on Median	1,942	2	9	,199
	Based on Median and with adjusted df	1,942	2	5,924	,225
	Based on trimmed mean	2,252	2	9	,161

Fuente: Elaboración propia 2018

**P valor** es **0,163 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°47 Prueba de muestras emparejadas (k)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2- tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T1 - T2	-1,72667	,45181	,26085	-2,84903	-,60431	-6,619	2	,022
Pair 2	T1 - T3	-2,96000	1,17843	,68037	-5,88739	-,03261	-4,351	2	,049
Pair 3	T1 - T4	-5,38667	2,82072	1,62854	-12,39371	1,62038	-3,308	2	,081

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°47, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** su **p valor** es 0,022 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es de 0,049 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T3** , **T1 - T4** su **p valor** es de 0,081 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T1-T4** Correspondiente al potasio tras la adición de biochar de excretas porcina.

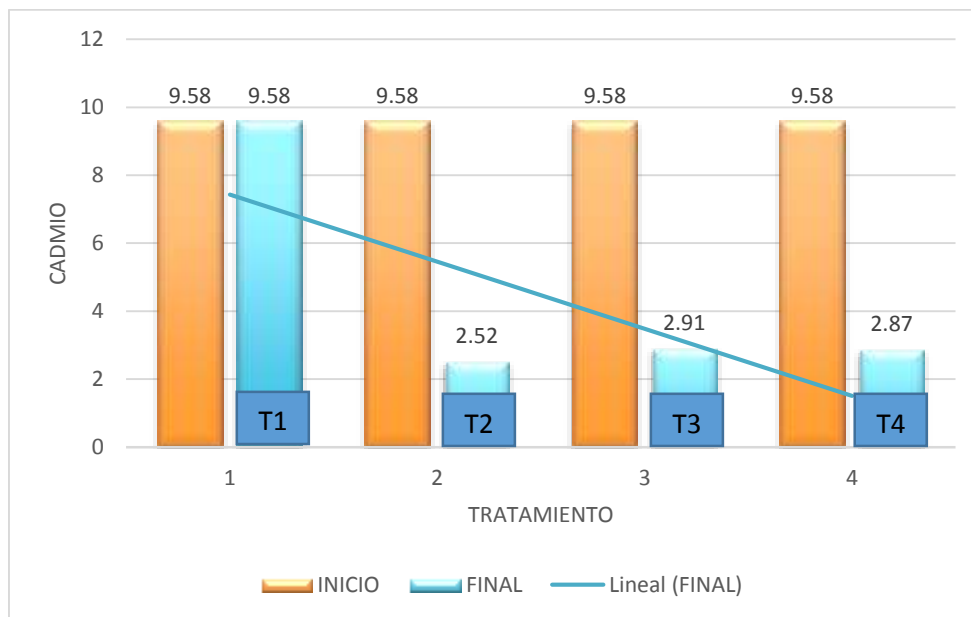
### 3.2.8 Cadmio del suelo más biochar de excretas porcina (Inicio- Final)

El cadmio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas porcina, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°48 Cadmio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas porcina (cadmio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T1 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	9,58	9,58
	R2	9,58	9,58
	R3	9,58	9,58
	Promedio	9,58	9,58
<b>T2 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	9,58	2,81
	R2	9,58	2,35
	R3	9,58	2,41
	Promedio	9,58	2,52
<b>T3 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	9,58	2,71
	R2	9,58	2,92
	R3	9,58	3,1
	Promedio	9,58	2,91
<b>T4 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	9,58	2,29
	R2	9,58	3,7
	R3	9,58	2,64
	Promedio	9,58	2,87

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°15 Cadmio del suelo más biochar de excretas porcina (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°15 y la tabla No 48 , todos los tratamientos tiene una cadmio inicial de 9,58 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T2 tiene cadmio final de 2,52 .El T3 tienen como cadmio 2,91 y el T4 tiene cadmio final de 2,87 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°49 Prueba de normalidad cadmio del suelo más biochar de excretas porcina.

CADMIO	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,420	4	.	,689	4	,009
	R2	,360	4	.	,776	4	,066
	R3	,401	4	.	,704	4	,013

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk



**Tabla N°50 Prueba de homocedasticidad de varianzas (Cd)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CADMIO	Based on Mean	,007	2	9	,993
	Based on Median	,002	2	9	,998
	Based on Median and with adjusted df	,002	2	8,865	,998
	Based on trimmed mean	,005	2	9	,995

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,993 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°51 Prueba de muestras emparejadas (Cd)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	T1 - T2	7,05667	,25007	,14438	6,43547	7,67787	48,877	2	,000
Pair 2	T1 - T3	6,67000	,19519	,11269	6,18512	7,15488	59,187	2	,000
Pair 3	T1 - T4	6,70333	,73419	,42388	4,87951	8,52716	15,814	2	,004

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°51, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T1-T2** su **p valor** es 0,000 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T2**, **T1 - T3** su **p valor** es de 0,000 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T3** , **T1 - T4** su **p valor** es de 0,004 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T1-T4** .Correspondiente al cadmio tras la adición de biochar de excretas porcina

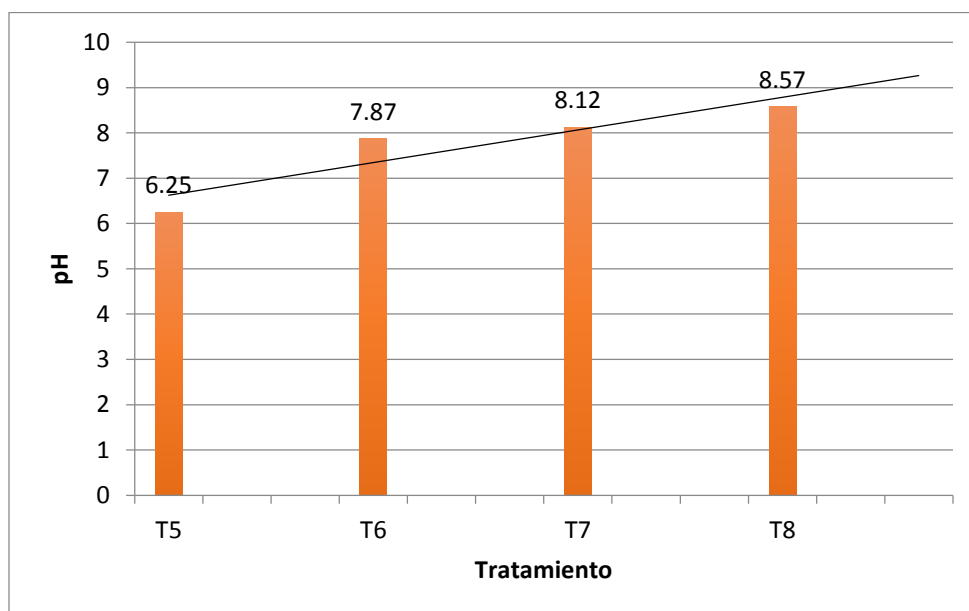
### 3.3.1 pH del suelo más biochar de excretas avícola

El pH fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°52 pH del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	pH	Promedio
T5 <b>(8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	6.25	R1	6,25	6,25
		R2	6,25	
		R3	6,25	
T6 <b>(8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>		R1	8,02	7,87
		R2	8,00	
		R3	7,60	
T7 <b>(8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>		R1	7,80	8,12
		R2	8,21	
		R3	8,37	
T8 <b>(8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	8,40	8,57	
	R2	8,68		
	R3	8,63		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°16 pH del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°8, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación biochar, representados por T5 (0%) (Testigo), T6 (5%), T7 (10%), y T8 (15%), respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado el pH del suelo tras un mes de aplicación de biochar.

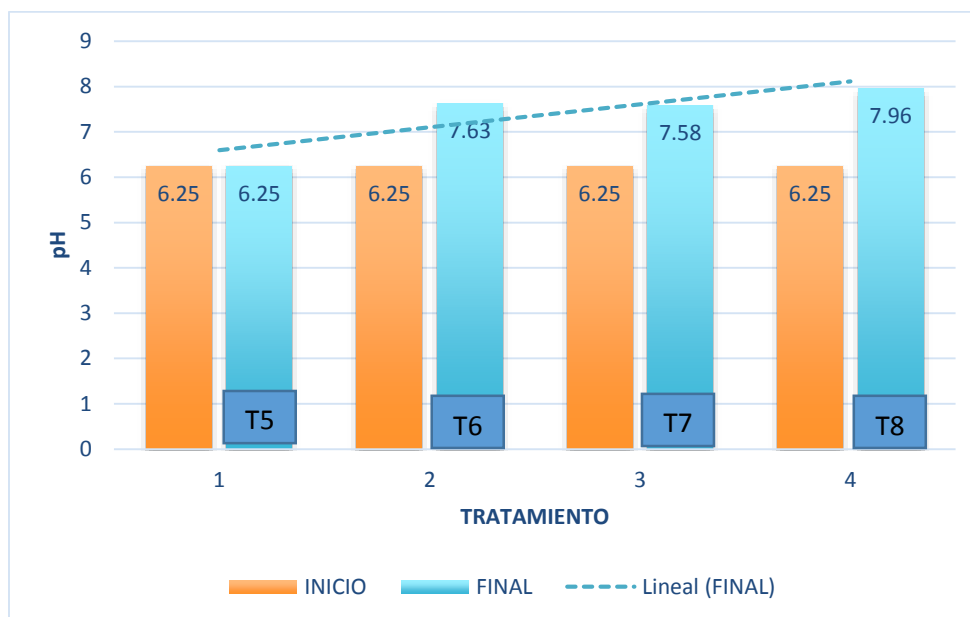
#### 3.3.1.1 pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

El pH fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

Tabla N°53 pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas avícola (ph)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	6,25	6,25
	R2	6,25	6,25
	R3	6,25	6,25
	PROMEDIO	6,25	6,25
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	6,25	7,56
	R2	6,25	7,7
	R3	6,25	7,63
	PROMEDIO	6,25	7,63
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	6,25	7,66
	R2	6,25	7,35
	R3	6,25	7,73
	PROMEDIO	6,25	7,58
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	6,25	7,08
	R2	6,25	8,28
	R3	6,25	8,54
	PROMEDIO	6,25	7,96

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

**Figura N°17 pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Como se muestra en la Figura N°17 y la tabla No 53 , todos los tratamientos tiene una pH inicial de 6,25 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene pH final de 7,63 .El T7 tienen como pH 7,58 y el T8 tiene pH final de 7,96 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°54 Prueba de normalidad pH del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PH R1	,244	4	.	,885	4	,362
R2	,229	4	.	,965	4	,809
R3	,289	4	.	,934	4	,618

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°55 Prueba de homocasticidad de varianzas (pH)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
PH	Based on Mean	,129	2	9	,881
	Based on Median	,068	2	9	,934
	Based on Median and with adjusted df	,068	2	7,742	,934
	Based on trimmed mean	,117	2	9	,891

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,881 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°56 Prueba de muestras emparejadas (pH)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2- tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	T5 - T6	-1,38000	,07000	,04041	-1,55389	-1,20611	-34,146	2	,001
Pair 2	T5 - T7	-1,33000	,20224	,11676	-1,83239	-,82761	-11,391	2	,008
Pair 3	T5 - T8	-1,71667	,77880	,44964	-3,65132	,21799	-3,818	2	,062

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°56, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,001 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 – T7** su **p valor** es de 0,008 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 – T8** su **p valor** es de 0,062 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T5-T8** .Correspondiente al pH tras la adición de biochar de excretas avícola.

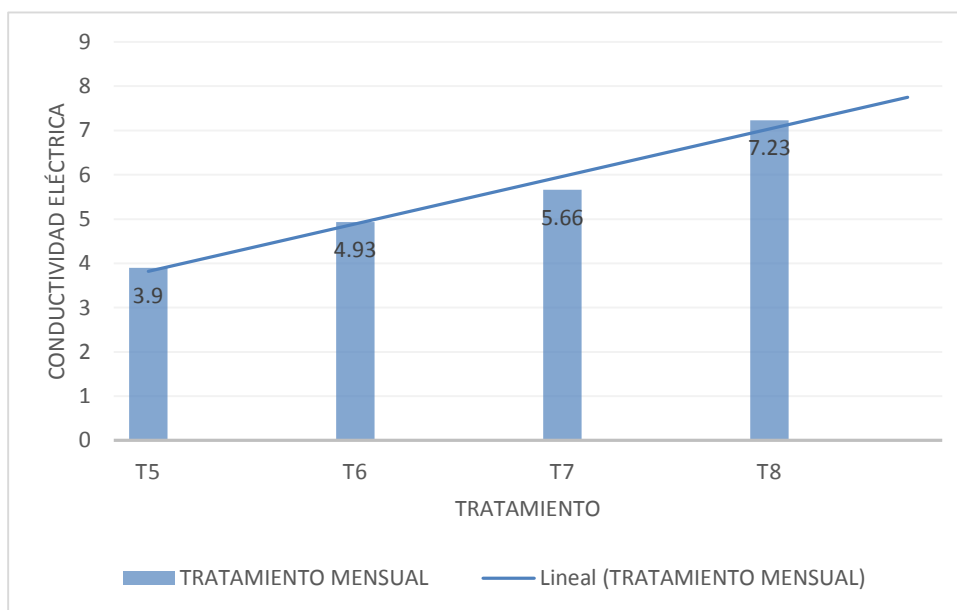
### 3.3.2 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola

La conductividad fue medida tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°57 CE del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Ce	Promedio
<b>T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	3.90	R1	3,90	3,90
		R2	3,90	
		R3	3,90	
<b>T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>		R1	4,70	4,93
		R2	5,20	
		R3	4,90	
<b>T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>		R1	6,30	5,66
		R2	4,90	
		R3	5,80	
<b>T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	6,70	7,23	
	R2	8,10		
	R3	6,90		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°18 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°9, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación biochar, representados por T5 (0%) (Testigo), T6 (5%), T7 (10%), y T8 (15%), respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado la conductividad eléctrica del suelo tras un mes de aplicación de biochar.

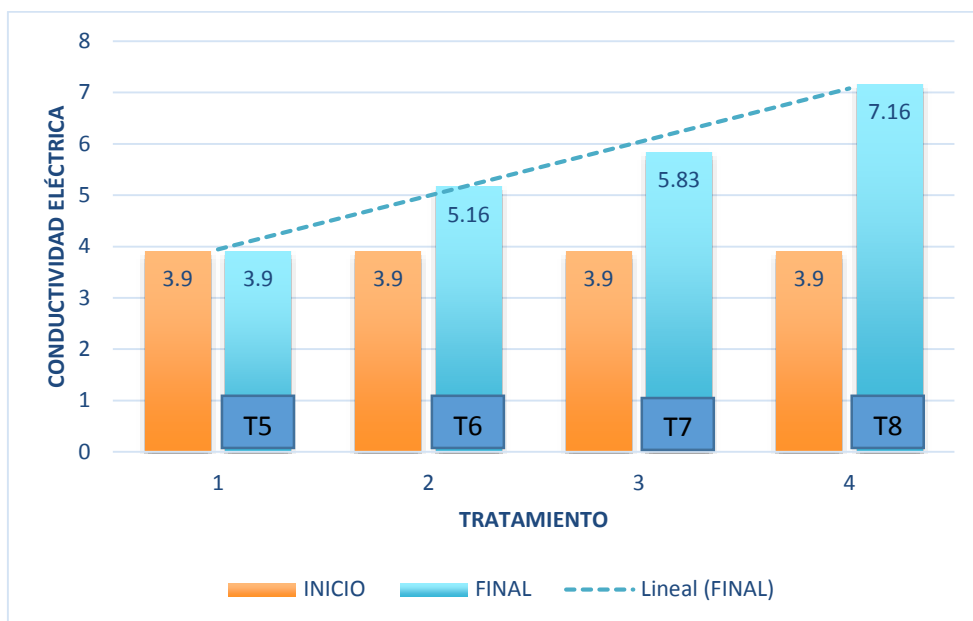
#### 3.3.2.1 Conductividad eléctrica del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

La conductividad fue medida al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°58 CE del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas avícola (C.E)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	3,90	3,90
	R2	3,90	3,90
	R3	3,90	3,90
	Promedio	3,90	3,90
<b>T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	3,90	5,50
	R2	3,90	4,60
	R3	3,90	5,40
	Promedio	3,90	5,16
<b>T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	3,90	5,20
	R2	3,90	6,10
	R3	3,90	6,20
	Promedio	3,90	5,83
<b>T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	3,90	7,70
	R2	3,90	6,90
	R3	3,90	6,90
	Promedio	3,90	7,16

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°19 CE del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°19 y la tabla No 58 , todos los tratamientos tiene una conductividad eléctrica inicial de 3,9 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene conductividad eléctrica final de 5,16 .El T7 tienen como conductividad eléctrica 5,83 y el T8 tiene conductividad eléctrica final de 7,16 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°59 Prueba de normalidad ce del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CE R1	,269	4	.	,949	4	,707
R2	,214	4	.	,949	4	,712
R3	,188	4	.	,967	4	,825

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk



**Tabla N°60 Prueba de homocedasticidad de varianzas (CE)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CE	Based on Mean	,058	2	9	,944
	Based on Median	,050	2	9	,952
	Based on Median and with adjusted df	,050	2	6,326	,952
	Based on trimmed mean	,056	2	9	,946

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,944 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°61 Prueba de muestras emparejadas (CE)**

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	T5 - T6	-1,26667	,49329	,28480	-2,49206	-,04127	-4,448	2	,047
Pair 2	T5 - T7	-1,93333	,55076	,31798	-3,30149	-,56518	-6,080	2	,026
Pair 3	T5 - T8	-3,26667	,46188	,26667	-4,41404	-2,11929	-12,250	2	,007

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°61, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,047 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 - T7** su **p valor** es de 0,026 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 - T8** su **p valor** es de 0,007 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T8** Correspondiente a la conductividad eléctrica tras la adición de biochar de excretas avícola.

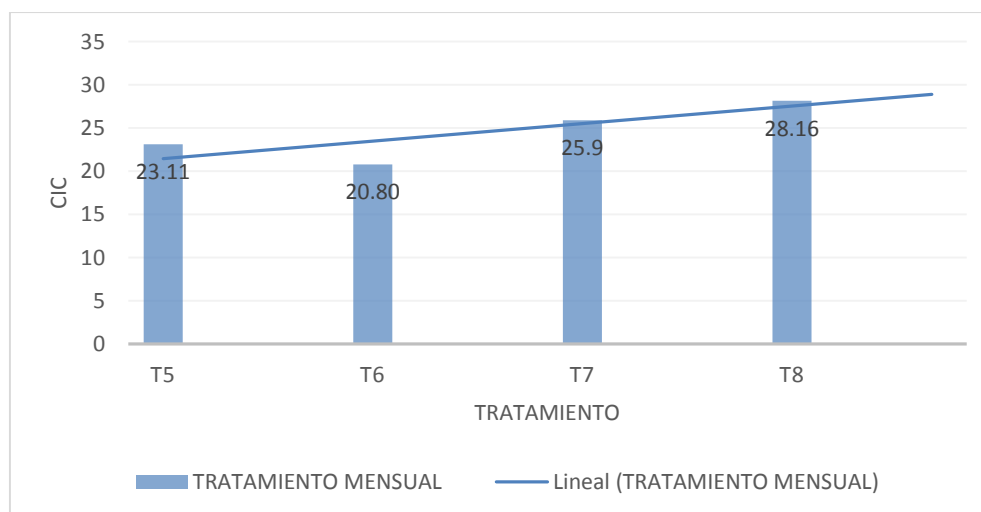
### 3.3.3 Capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas avícola

La Capacidad de intercambio catiónico fue medida tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°62 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Cic	Promedio
<b>T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	23.11	R1	23,11	23,11
		R2	23,11	
		R3	23,11	
<b>T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>		R1	19,97	20,80
		R2	21,25	
		R3	21,19	
<b>T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>		R1	25,64	25,90
		R2	25,30	
		R3	26,76	
<b>T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	26,28	28,16	
	R2	30,46		
	R3	27,75		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°20 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°10, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T5(0%)(Testigo), T6(5%), T7(10%),y T8(15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han elevado el CIC, a diferencia del T6(5%) el cual ha disminuido el CIC tras un mes de aplicación de Biochar.

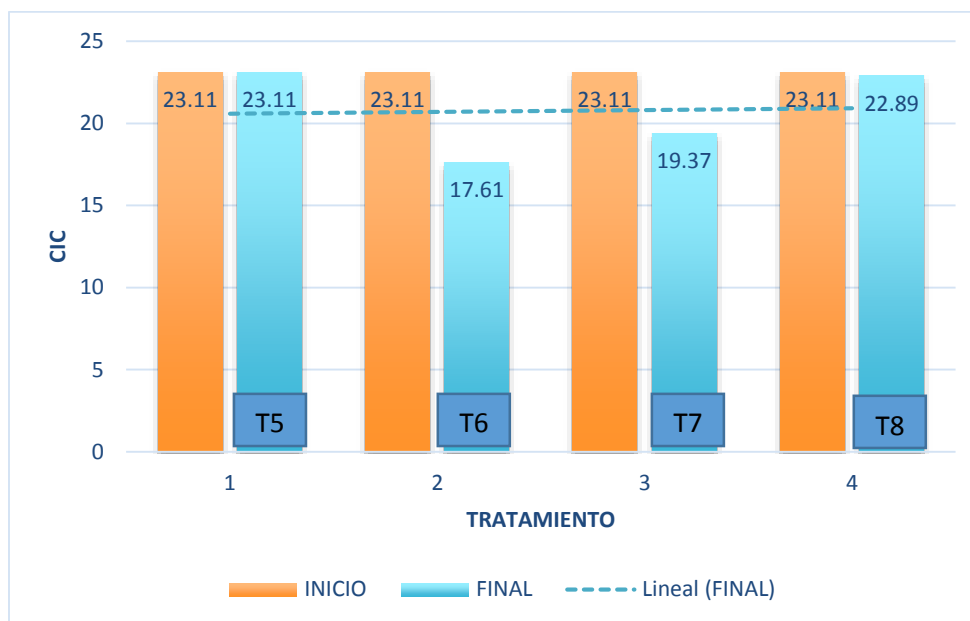
#### 3.3.3.1 Capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

La Capacidad de intercambio catiónico al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°63 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas avícola (CIC)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	23,11	23,11
	R2	23,11	23,11
	R3	23,11	23,11
	Promedio	23,11	23,11
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	23,11	18,01
	R2	23,11	16,97
	R3	23,11	17,85
	Promedio	23,11	17,61
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	23,11	18,32
	R2	23,11	20,69
	R3	23,11	19,12
	Promedio	23,11	19,37
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	23,11	25,67
	R2	23,11	21,36
	R3	23,11	21,65
	Promedio	23,11	22,89

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°21 CIC del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°21 y la tabla No 63 , todos los tratamientos tiene una CIC inicial de 23,11 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene CIC final de 17,61 .El T7 tienen como CIC 19,36 y el T8 tiene CIC final de 22,8 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°64 Prueba de normalidad capacidad de intercambio catiónico del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CIC R1	,280	4	.	,831	4	,169
R2	,237	4	.	,935	4	,623
R3	,228	4	.	,946	4	,692

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°65 Prueba de homoceasticidad de varianzas (CIC)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CIC	Based on Mean	2,651	2	9	,124
	Based on Median	2,196	2	9	,167
	Based on Median and with adjusted df	2,196	2	5,118	,205
	Based on trimmed mean	2,645	2	9	,125

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,124 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°66 Prueba de muestras emparejadas (CIC)**

		Mean	Std. Deviation	Paired Differences			t	df	Sig. (2- tailed)
				Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper				
Pair 1	T5 - T6	5,50000	,56000	,32332	4,10888	6,89112	17,011	2	,003
Pair 2	T5 - T7	5,50000	,56000	,32332	4,10888	6,89112	17,011	2	,003
Pair 3	T5 - T8	,21667	2,40903	1,39086	-5,76770	6,20103	,156	2	,891

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°61, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,003 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 – T7** su **p valor** es de 0,003 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T7**, **T5 – T8** su **p valor** es de 0,891 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T5-T8**. Correspondiente a la conductividad eléctrica tras la adición de Biochar de Excretas Avícola.

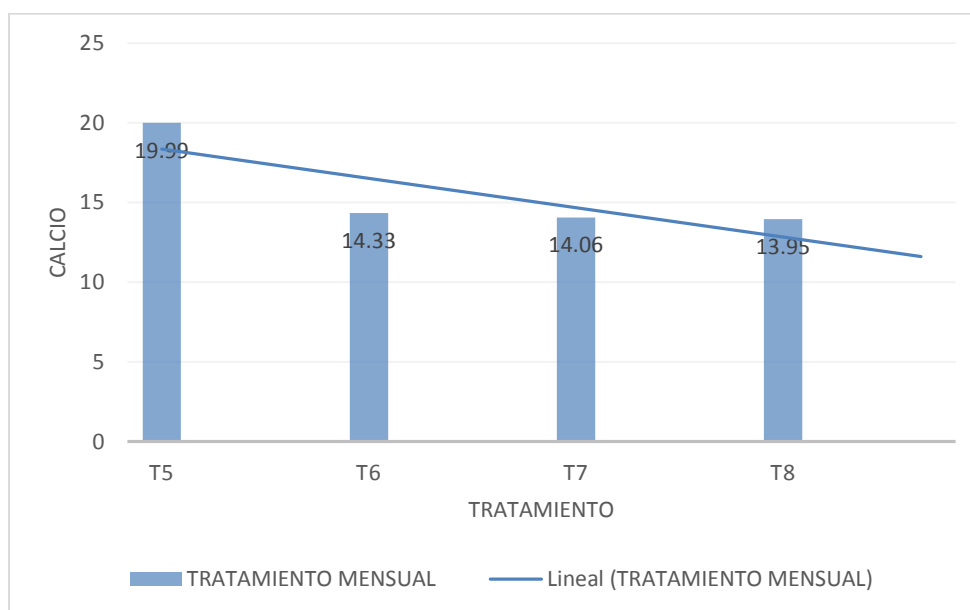
### 3.3.4 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola

El calcio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°67 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Ca	Promedio
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	19.99	R1	19,99	19,99
		R2	19,99	
		R3	19,99	
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	13,81	14,33
		R2	14,32	
		R3	14,86	
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	13,67	14,06
		R2	14,01	
		R3	14,52	
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	13,67	13,95
		R2	14,64	
		R3	13,56	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°22 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°11, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación biochar, representados por T5 (0%) (Testigo), T6 (5%), T7 (10%), y T8 (15%), respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han disminuido el calcio tras un mes de aplicación de biochar.

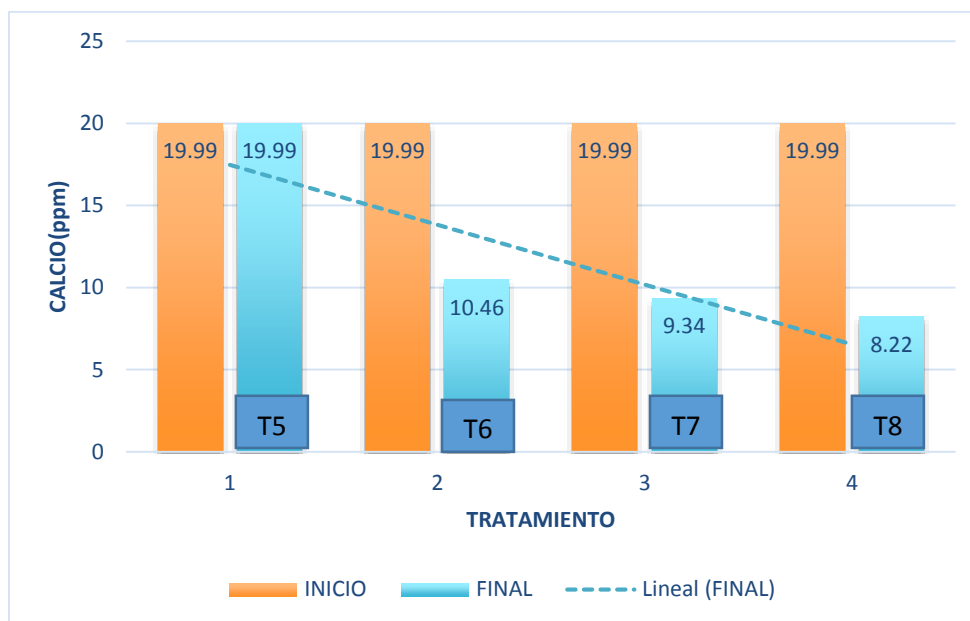
#### 3.3.4.1 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

El calcio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°68 Calcio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Biochar de excretas avícola (calcio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	19,99	19,99
	R2	19,99	19,99
	R3	19,99	19,99
	PROMEDIO	19,99	19,99
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	19,99	11,09
	R2	19,99	10,24
	R3	19,99	10,07
	PROMEDIO	19,99	10,46
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	19,99	9,84
	R2	19,99	9,14
	R3	19,99	9,05
	PROMEDIO	19,99	9,34
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	19,99	8,4
	R2	19,99	8,17
	R3	19,99	8,09
	PROMEDIO	19,99	8,22

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

**Figura N°23 Ca del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Como se muestra en la Figura N°23 y la tabla No 68, todos los tratamientos tiene una Calcio inicial de 19,99 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales, el T6 tiene Calcio final de 10,46 .El T7 tienen como Calcio 9,34 y el T8 tiene calcio final de 8,22 T1 (Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°69 Prueba de normalidad calcio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CALCIO R1	,344	4	.	,816	4	,134
R2	,368	4	.	,769	4	,057
R3	,373	4	.	,763	4	,050

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk



**Tabla N°70 Prueba de homocedasticidad de varianzas (Ca)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CALCIO	Based on Mean	,010	2	9	,990
	Based on Median	,000	2	9	1,000
	Based on Median and with adjusted df	,000	2	8,903	1,000
	Based on trimmed mean	,007	2	9	,993

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,990 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°71 Prueba de muestras emparejadas (Ca)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2- tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T5 - T6	9,52333	,54647	,31551	8,16582	10,88085	30,184	2	,001
Pair 2	T5 - T7	10,64667	,43247	,24969	9,57234	11,72099	42,640	2	,001
Pair 3	T5 - T8	11,77000	,16093	,09292	11,37022	12,16978	126,674	2	,000

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°71, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,001 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 - T7** su **p valor** es de 0,001 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 - T8** su **p valor** es de 0,000 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T8** .Correspondiente al calcio tras la adición de biochar de excretas avícola.

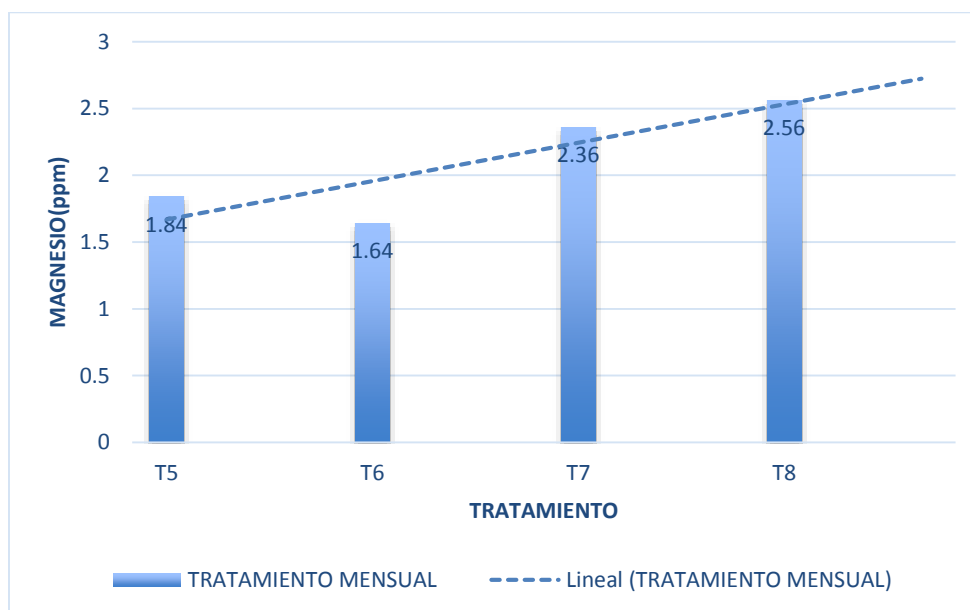
### 3.3.5 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola.

El magnesio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°72 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Mg	Promedio
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	1.84	R1	1,84	1,84
		R2	1,84	
		R3	1,84	
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	1,62	1,64
		R2	1,64	
		R3	1,68	
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	2,35	2,36
		R2	2,12	
		R3	2,62	
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	2,44	2,56	
	R2	2,99		
	R3	2,27		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N° 24 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°24, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T5(0%)(Testigo), T6(5%), T7(10%),y T8(15%),respectivamente, a su vez se visualiza que los tratamientos T7(10%),y T8(15%) han elevado el magnesio a diferencia del tratamiento T6(5%), el cual ha disminuido el magnesio tras un mes de aplicación de biochar

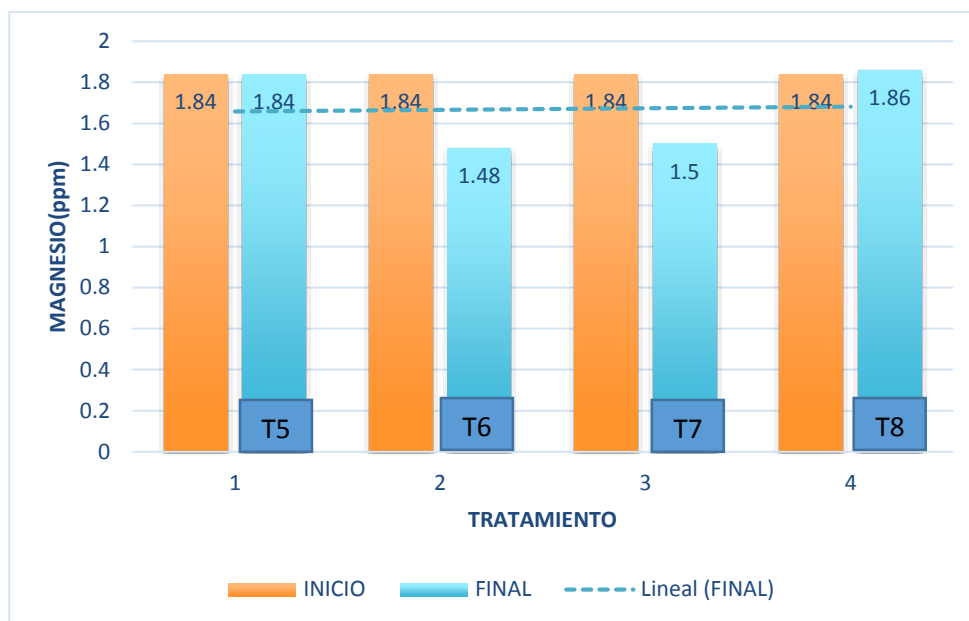
#### 3.3.5.1 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

El magnesio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°73 Magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO-FINAL)**

Biochar de excretas avícola (magnesio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	1,84	1,84
	R2	1,84	1,84
	R3	1,84	1,84
	PROMEDIO	1,84	1,84
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	1,84	1,49
	R2	1,84	1,25
	R3	1,84	1,70
	PROMEDIO	1,84	1,48
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	1,84	1,43
	R2	1,84	1,56
	R3	1,84	1,52
	PROMEDIO	1,84	1,50
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	1,84	1,88
	R2	1,84	1,93
	R3	1,84	1,77
	PROMEDIO	1,84	1,86

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°25 Mg del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°25 y la tabla No 73 , todos los tratamientos tiene una magnesio inicial de 1,84 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene magnesio final de 1,48 .El T7 tienen como magnesio 1,50 y el T8 tiene magnesio final 1,86 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°74 Prueba de normalidad magnesio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

MAGNESIO	TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	R1	,280	4	.	,831	4	,169
	R2	,237	4	.	,935	4	,623
	R3	,228	4	.	,946	4	,692

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°75 Prueba de homocedasticidad de varianzas (Mg)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MAGNESIO	Based on Mean	2,651	2	9	,124
	Based on Median	2,196	2	9	,167
	Based on Median and with adjusted df	2,196	2	5,118	,205
	Based on trimmed mean	2,645	2	9	,125

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,124 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **H<sub>0</sub>** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°76 Prueba de muestras emparejadas (Mg)**

	Mean	Std. Deviation	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper			
Pair 1 T5 - T6	,36000	,22517	,13000	-,19934 ,91934	2,769	2	,109
Pair 2 T5 - T7	,33667	,06658	,03844	,17126 ,50207	8,758	2	,013
Pair 3 T5 - T8	-,02000	,08185	,04726	-,22334 ,18334	-,423	2	,713

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°76, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,109 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 - T7** su **p valor** es de 0,013 menor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>1</sub>** si existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 - T8** su **p valor** es de 0,713 mayor de 0,05 entonces se acepta la **H<sub>0</sub>** no existe diferencia entre el **T5-T8** Correspondiente al magnesio tras la adición de biochar de excretas avícola.

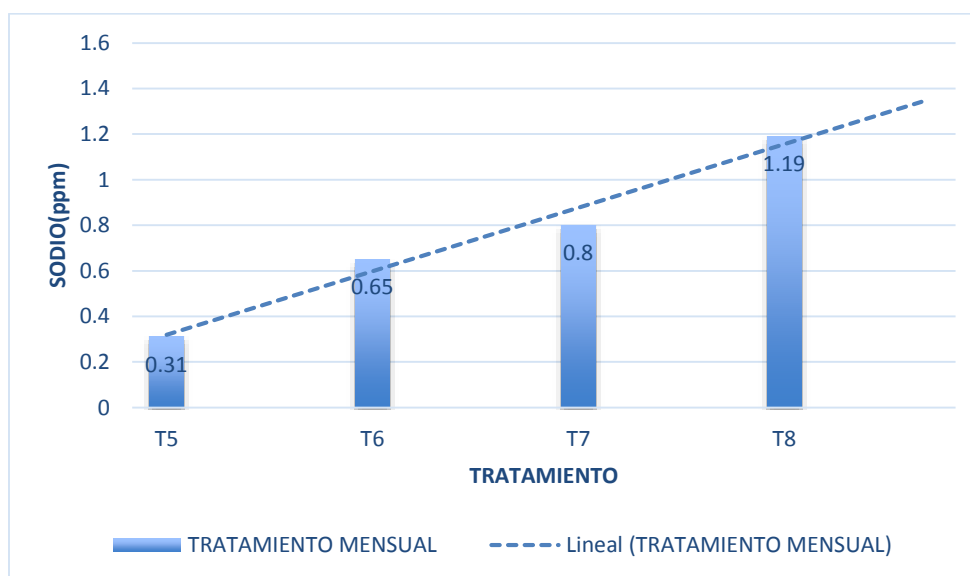
### 3.3.6 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola

El sodio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola los resultados son los siguientes:

**Tabla N°77 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	Na	Promedio
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	0.31	R1	0,31	0,31
		R2	0,31	
		R3	0,31	
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	0,56	0,65
		R2	0,74	
		R3	0,67	
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	0,89	0,80
		R2	0,65	
		R3	0,87	
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	1,17	1,19	
	R2	1,37		
	R3	1,04		

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°26 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En la Figura N°13, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T5(0%)(Testigo), T6(5%), T7(10%),y T8(15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han aumentado el sodio tras un mes de aplicación de biochar.

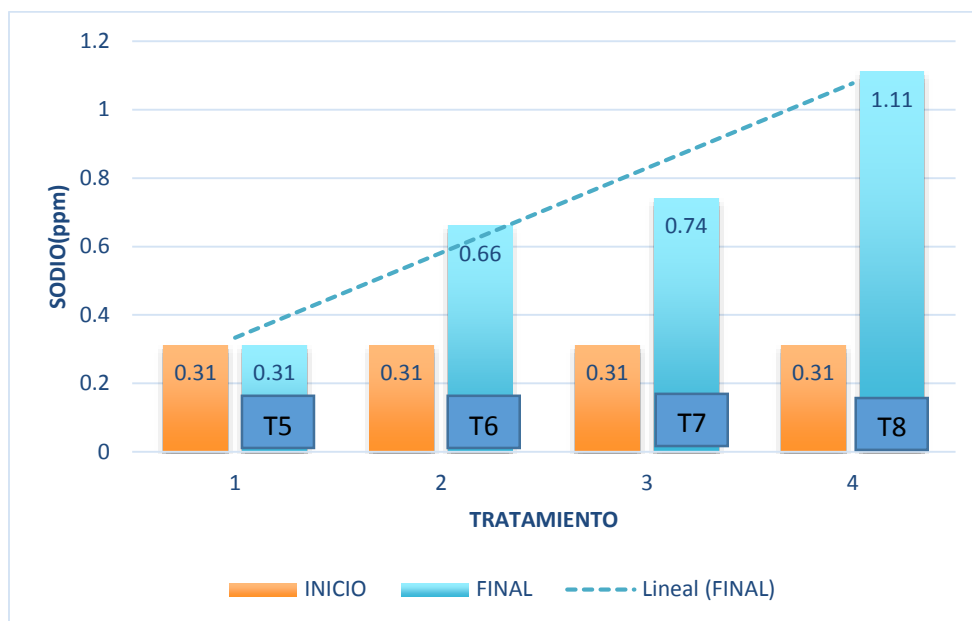
#### 3.3.6.1 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIAL- FINAL)

El sodio fue medido inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola los resultados son los siguientes:

Tabla N°78 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas avícola (sodio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	0,31	0,31
	R2	0,31	0,31
	R3	0,31	0,31
	PROMEDIO	0,31	0,31
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	0,31	0,63
	R2	0,31	0,62
	R3	0,31	0,73
	PROMEDIO	0,31	0,66
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	0,31	0,65
	R2	0,31	0,78
	R3	0,31	0,81
	PROMEDIO	0,31	0,74
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	0,31	1,16
	R2	0,31	1,12
	R3	0,31	1,06
	PROMEDIO	0,31	1,11

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

**Figura N°27 Sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Como se muestra en la Figura N°27 y la tabla No 78 , todos los tratamientos tiene una sodio inicial de 0,31 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene sodio final de 0,66 .El T7 tienen como sodio 0,74 y el T8 tiene sodio final 1,11 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°79 Prueba de normalidad sodio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SODIO R1	,292	4	.	,932	4	,604
R2	,165	4	.	,998	4	,992
R3	,253	4	.	,959	4	,770

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk



**Tabla N°80 Prueba de homoceasticidad de varianzas (Na)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
SODIO	Based on Mean	,031	2	9	,969
	Based on Median	,028	2	9	,973
	Based on Median and with adjusted df	,028	2	8,454	,973
	Based on trimmed mean	,032	2	9	,969

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,869 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°81 Prueba de muestras emparejadas (Na)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	T5 - T6	-,35000	,06083	,03512	-,50110	-,19890	-9,966	2	,010
Pair 2	T5 - T7	-,43667	,08505	,04910	-,64794	-,22539	-8,893	2	,012
Pair 3	T5 - T8	-,43667	,08505	,04910	-,64794	-,22539	-8,893	2	,012

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°81, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,010 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 - T7** su **p valor** es de 0,012 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 - T8** su **p valor** es de 0,012 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T8**.Correspondiente al sodio tras la adición de biochar de excretas avícola.

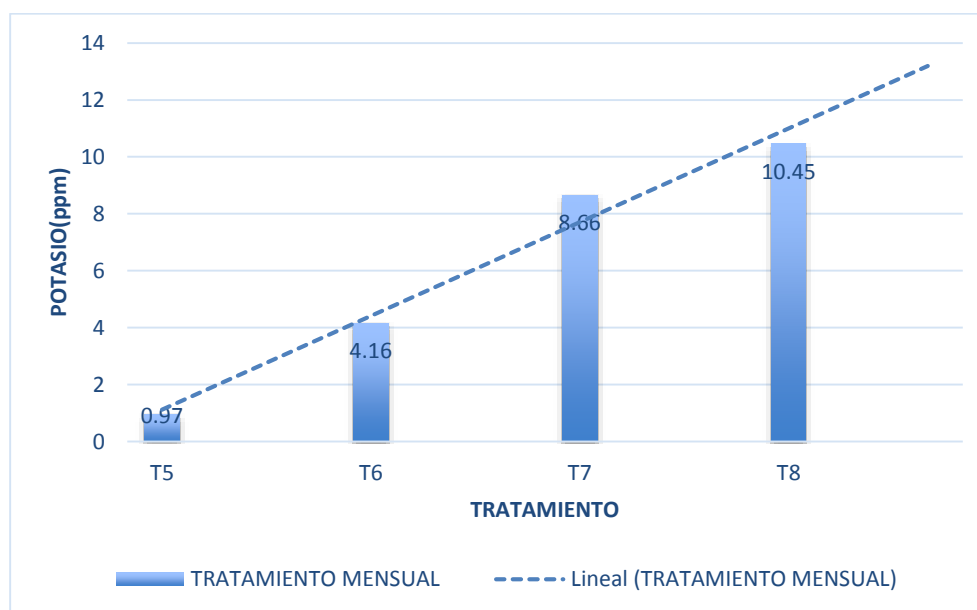
### 3.2.7 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola

El potasio fue medido tras un mes post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°82 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)**

Biochar de excretas avícola				
Tratamiento	Inicio	Repeticiones	K	Promedio
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	0.97	R1	0,97	0,97
		R2	0,97	
		R3	0,97	
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)		R1	3,98	4,16
		R2	4,55	
		R3	3,97	
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)		R1	8,73	8,66
		R2	8,52	
		R3	8,75	
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)		R1	9,00	10,45
		R2	11,46	
		R3	10,89	

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°28 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (MENSUAL)

En el Figura N°14, se muestran los resultados obtenidos de los 4 tratamientos de aplicación Biochar, representados por T5(0%)(Testigo), T6(5%), T7(10%),y T8(15%),respectivamente, a su vez se visualiza que todos los tratamientos han aumentado el potasio tras un mes de aplicación de Biochar.

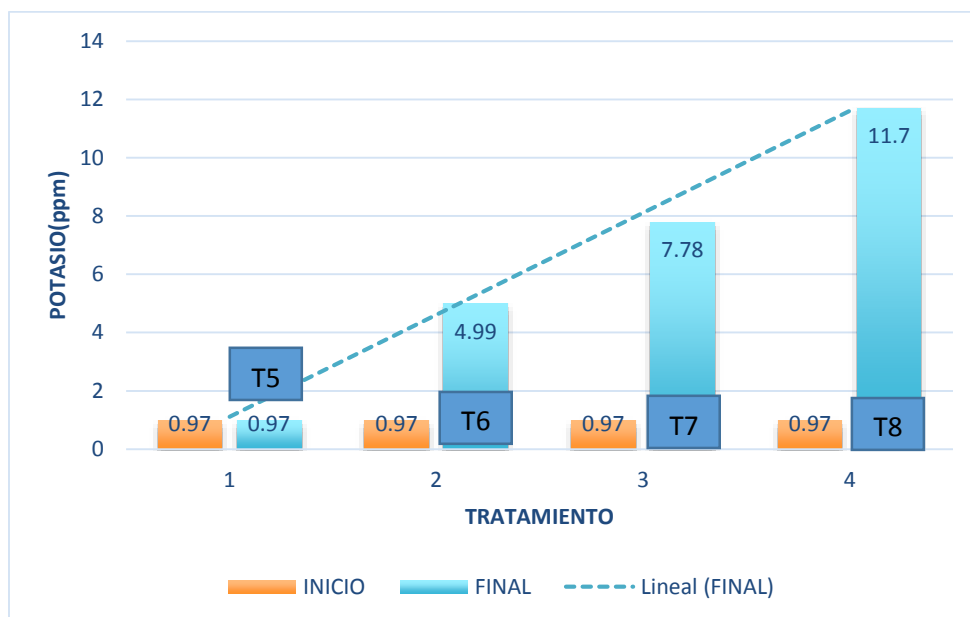
#### 3.2.7.1 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

El potasio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

Tabla N°83 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Biochar de excretas porcina (potasio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)	R1	0,97	0,97
	R2	0,97	0,97
	R3	0,97	0,97
	Promedio	0,97	0,97
T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)	R1	0,97	4,79
	R2	0,97	4,85
	R3	0,97	5,35
	Promedio	0,97	4,99
T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)	R1	0,97	6,4
	R2	0,97	9,21
	R3	0,97	7,74
	Promedio	0,97	7,78
T8 (8 kg de suelo+1200 gr de biochar)	R1	0,97	14,23
	R2	0,97	10,14
	R3	0,97	10,73
	Promedio	0,97	11,7

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

**Figura N°29 Potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

Como se muestra en la Figura N°29 y la tabla No 83 , todos los tratamientos tiene una potasio inicial de 0,97 tras la adición de biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene potasio final de 4,99 .El T7 tienen como potasio 7,78 y el T8 tiene potasio final 11,73 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

**Tabla N°84 Prueba de normalidad potasio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)**

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>D</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
POTASIO R1	,264	4	.	,944	4	,678
R2	,255	4	.	,919	4	,533
R3	,169	4	.	,991	4	,960

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°85 Prueba de homocasticidad de varianzas (K)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
POTASIO	Based on Mean	,096	2	9	,909
	Based on Median	,062	2	9	,940
	Based on Median and with adjusted df	,062	2	6,420	,940
	Based on trimmed mean	,080	2	9	,924

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,909 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°86 Prueba de muestras emparejadas (K)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T5 - T6	-4,02667	,30746	,17751	-4,79045	-3,26289	-22,684	2	,002
Pair 2	T5 - T7	-6,81333	1,40550	,81147	-10,30479	-3,32188	-8,396	2	,014
Pair 3	T5 - T8	-10,73000	2,21081	1,27641	-16,22197	-5,23803	-8,406	2	,014

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°86, se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,002 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 – T7 su p valor** es de 0,014 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T7**, **T5 – T8 su p valor** es de 0,014 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T8**. Correspondiente para el potasio tras la adición del biochar de excretas avícola.

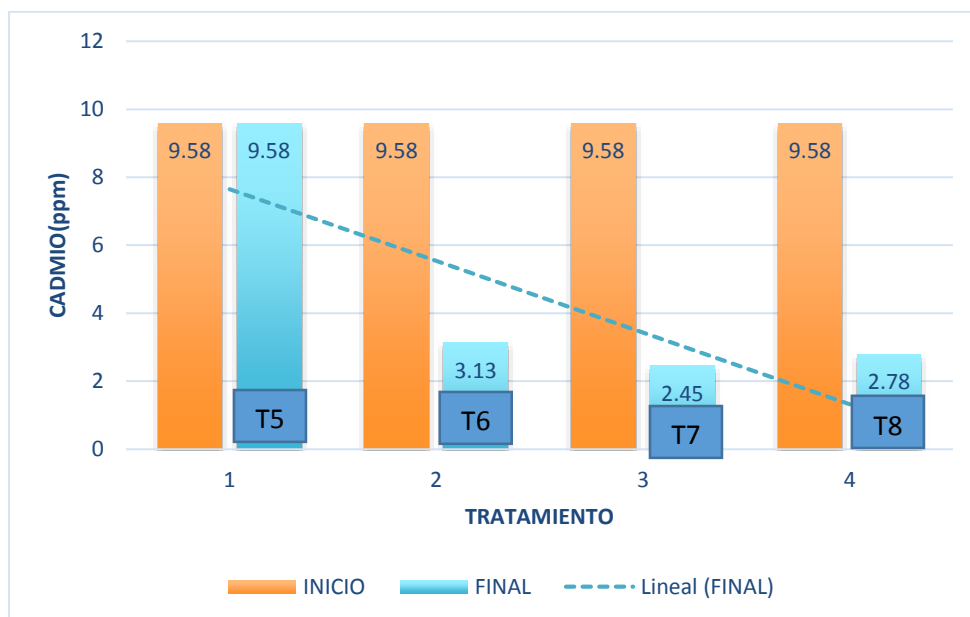
### 3.2.8 Cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

El Cadmio fue medido al inicio y final post la adición de biochar de excretas avícola, los resultados son los siguientes:

**Tabla N°87 Cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO-FINAL)**

Biochar de excretas avícola (cadmio)			
Tratamiento	Repeticiones	Inicio	Final
<b>T5 (8 kg de suelo+ 0 gr de biochar)</b>	R1	9,58	9,58
	R2	9,58	9,58
	R3	9,58	9,58
	PROMEDIO	9,58	9,58
<b>T6 (8 kg de suelo+400 gr de biochar)</b>	R1	9,58	3,02
	R2	9,58	3,4
	R3	9,58	2,98
	PROMEDIO	9,58	3,13
<b>T7 (8 kg de suelo+800 gr de biochar)</b>	R1	9,58	2,43
	R2	9,58	2,53
	R3	9,58	2,41
	PROMEDIO	9,58	2,45
<b>T8 (6,8 kg de suelo+1200 gr de biochar)</b>	R1	9,58	3,82
	R2	9,58	2,05
	R3	9,58	2,47
	PROMEDIO	9,58	2,78

Fuente: Elaboración propia 2018.



Fuente: Elaboración propia 2018.

### Figura N°30 Cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

Como se muestra en la Figura N°30 y la tabla No 87 , todos los tratamientos tiene una cadmio inicial de 9,58 tras la adición de Biochar se midió al final de la investigación presentando los siguientes resultados finales , el T6 tiene cadmio final de 3,1 .El T7 tienen como cadmio 2,45 y el T8 tiene cadmio final 2,78 T1(Testigo) no presento ningún cambio durante el periodo de análisis.

### Tabla N°88 Prueba de normalidad cadmio del suelo más biochar de excretas avícola (INICIO- FINAL)

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CADMIO R1	,357	4	.	,782	4	,074
R2	,361	4	.	,768	4	,056
R3	,404	4	.	,688	4	,008

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P > 0.005** Datos con distribución normal

**Muestra < 50** usamos shapiro – wilk

**Tabla N°89 Prueba de homocedasticidad de varianzas (Cd)**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
CADMIO	Based on Mean	,012	2	9	,988
	Based on Median	,004	2	9	,996
	Based on Median and with adjusted df	,004	2	8,843	,996
	Based on trimmed mean	,009	2	9	,991

Fuente: Elaboración propia 2018.

**P valor** es **0,988 > 0.05**, entonces se acepta la Hipótesis **Ho** es decir existe igualdad de varianzas.

**Tabla N°90 Prueba de muestras emparejadas (Cd)**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T5 - T6	6,44667	,23180	,13383	5,87083	7,02250	48,170	2	,000
Pair 2	T5 - T7	7,12333	,06429	,03712	6,96363	7,28304	191,908	2	,000
Pair 3	T5 - T8	6,80000	,92482	,53395	4,50261	9,09739	12,735	2	,006

Fuente: Elaboración propia 2018.

En la tabla N°90 , se observa que la significancia de prueba de muestras emparejadas del **T5-T6** su **p valor** es 0,000 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T6**, **T5 – T7** su **p valor** es de 0,000 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T7** , **T5 – T8** su **p valor** es de 0,006 menor de 0,05 entonces se acepta la **H1** si existe diferencia entre el **T5-T8** Correspondiente al cadmio tras la adición de biochar de excretas avícola.



**Tabla N°91 Rendimiento de suelo Cadmio por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento de suelo (CADMIO)</b>
<b>T2 (5% de biochar Porcina)</b>	$\frac{9,58 - 2,52}{9,58} \times 100$ $= 73,69\%$
<b>T3 (10 % de biochar Porcina)</b>	$\frac{9,58 - 2,91}{9,58} \times 100$ $= 69,62\%$
<b>T4 (15% de biochar Porcina)</b>	$\frac{9,58 - 2,88}{9,58} \times 100$ $= 69,93\%$
<b>T6 (5 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{9,58 - 3,13}{9,58} \times 100$ $= 67.32\%$
<b>T7 (10% de biochar Avícola )</b>	$\frac{9,58 - 2,46}{9,58} \times 100$ $= 74,32\%$
<b>T8 (15 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{9,58 - 2,78}{9,58} \times 100$ $= 70,98\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°92 Rendimiento de suelo conductividad eléctrica por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

Tratamientos	Rendimiento de suelo (CONDUCTIVIDAD ELECTRICA)
<p><b>T2</b> <b>(5% de biochar)</b></p>	$\frac{5,77 - 3,9}{5,77} \times 100$ $= 32,40\%$
<p><b>T3</b> <b>(10 % de biochar)</b></p>	$\frac{6,9 - 3,9}{6,9} \times 100$ $= 43,47\%$
<p><b>T4</b> <b>(15% de biochar)</b></p>	$\frac{8 - 3,9}{8} \times 100$ $= 51,25\%$
<p><b>T6</b> <b>(5 % de biochar)</b></p>	$\frac{5,17 - 3,9}{5,17} \times 100$ $= 24,56\%$
<p><b>T7</b> <b>(10% de biochar)</b></p>	$\frac{5,83 - 3,9}{5,83} \times 100$ $= 33,10\%$
<p><b>T8</b> <b>(15 % de biochar)</b></p>	$\frac{7,17 - 3,9}{7,17} \times 100$ $= 45,60\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

Tabla N°93 Rendimiento de suelo pH por tratamiento

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

Tratamientos	Rendimiento de suelo (pH)
<b>T2</b> <b>(5% de biochar)</b>	$\frac{7,12 - 6,25}{7,12} \times 100$  = 12,21%
<b>T3</b> <b>(10 % de biochar)</b>	$\frac{7,47 - 6,25}{7,47} \times 100$  = 16,33%
<b>T4</b> <b>(15% de biochar)</b>	$\frac{7,78 - 6,25}{7,78} \times 100$  = 19,66%
<b>T6</b> <b>(5 % de biochar)</b>	$\frac{7,63 - 6,25}{7,63} \times 100$  = 18,08%
<b>T7</b> <b>(10% de biochar)</b>	$\frac{7,58 - 6,25}{7,58} \times 100$  = 17,54%
<b>T8</b> <b>(15 % de biochar)</b>	$\frac{7,97 - 6,25}{7,97} \times 100$  = 21,58%

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°94 Rendimiento de suelo calcio por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

Tratamientos	Rendimiento de suelo (CALCIO)
<b>T2 (5% de biochar Porcina)</b>	$\frac{19,99 - 14,12}{3,09} \times 100$ $= 29,36\%$
<b>T3 (10 % de biochar Porcina)</b>	$\frac{19,99 - 13,22}{19,99} \times 100$ $= 33,86\%$
<b>T4 (15% de biochar Porcina)</b>	$\frac{19,99 - 11,51}{19,99} \times 100$ $= 42,42\%$
<b>T6 (5 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{19,99 - 10,47}{19,99} \times 100$ $= 16,07\%$
<b>T7 (10% de biochar Avícola)</b>	$\frac{19,99 - 9,34}{19,99} \times 100$ $= 53,27\%$
<b>T8 (15 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{19,99 - 8,22}{19,99} \times 100$ $= 58,87\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°95 Rendimiento de suelo magnesio por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento de suelo (MAGNESIO)</b>
<b>T2 (5% de biochar Porcina)</b>	$\frac{1,84 - 1,37}{1,84} \times 100$  $= 25,54\%$
<b>T3 (10 % de biochar Porcina)</b>	$\frac{1,84 - 1,37}{1,84} \times 100$  $= 25,54\%$
<b>T4 (15% de biochar Porcina)</b>	$\frac{1,84 - 1,45}{1,84} \times 100$  $= 21,19\%$
<b>T6 (5 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{1,84 - 1,48}{1,84} \times 100$  $= 19,56\%$
<b>T7 (10% de biochar Avícola)</b>	$\frac{1,84 - 1,5}{1,84} \times 100$  $= 18,47\%$
<b>T8 (15 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{1,86 - 1,84}{1,86} \times 100$  $= 10,07\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°96 Rendimiento de suelo sodio por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

Tratamientos	Rendimiento de suelo (SODIO)
<b>T2</b> <b>(5% de biochar</b> <b>Porcina)</b>	$\frac{0,39 - 0,31}{0,39} \times 100$ $= 20,05\%$
<b>T3</b> <b>(10 % de biochar</b> <b>Porcina)</b>	$\frac{0,63 - 0,31}{0,63} \times 100$ $= 50,79\%$
<b>T4</b> <b>(15% de biochar</b> <b>Porcina)</b>	$\frac{0,82 - 0,31}{0,82} \times 100$ $= 62,19 \%$
<b>T6</b> <b>(5 % de biochar</b> <b>Avícola)</b>	$\frac{0,66 - 0,31}{0,66} \times 100$ $= 53,03\%$
<b>T7</b> <b>(10% de biochar</b> <b>Avícola)</b>	$\frac{0,75 - 0,31}{0,75} \times 100$ $= 58,66\%$
<b>T8</b> <b>(15 % de biochar</b> <b>Avícola)</b>	$\frac{1,11 - 0,31}{1,86} \times 100$ $= 71,07\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°97 Rendimiento de suelo potasio por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento de suelo (POTASIO)</b>
<b>T2 (5% de biochar Porcina)</b>	$\frac{2,7-0,97}{2,7} \times 100$  $= 64,07\%$
<b>T3 (10 % de biochar Porcina)</b>	$\frac{3,93- 0,97}{3,93} \times 100$  $= 75,31\%$
<b>T4 (15% de biochar Porcina)</b>	$\frac{6,36- 0,97}{6,36} \times 100$  $= 84,74\%$
<b>T6 (5 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{5-0,97}{5} \times 100$  $= 53,03\%$
<b>T7 (10% de biochar Avícola)</b>	$\frac{7,78- 0,97}{7,78} \times 100$  $= 41,15\%$
<b>T8 (15 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{11,7-0,97}{11,7} \times 100$  $= 61,65\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.

**Tabla N°98 Rendimiento de suelo CIC por tratamiento**

$$\frac{\text{Concentracion final} - \text{Concentracion inicial}}{\text{Concentracion final}} \times 100$$

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento de suelo (CIC)</b>
<b>T2 (5% de biochar Porcina)</b>	$\frac{23,11 - 18,58}{23,11} \times 100$  $= 19,60\%$
<b>T3 (10 % de biochar Porcina)</b>	$\frac{23,11 - 19,14}{23,11} \times 100$  $= 17,17\%$
<b>T4 (15% de biochar Porcina)</b>	$\frac{23,11 - 20,18}{23,11} \times 100$  $= 12,67 \%$
<b>T6 (5 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{23,11 - 17,61}{23,11} \times 100$  $= 23,79\%$
<b>T7 (10% de biochar Avícola)</b>	$\frac{23,11 - 19,38}{23,11} \times 100$  $= 16,14\%$
<b>T8 (15 % de biochar Avícola)</b>	$\frac{23,11 - 22,89}{23,11} \times 100$  $= 9,65\%$

Fuente: Elaboración propia 2018.



#### IV.DISCUCIÓN

Los resultados de los tratamientos con biochar de excretas porcina y excretas avícola son lo siguiente:

**Cadmio:** El cadmio inicial para todos los tratamientos fue de 9,58 .Tras la adiciones del biochar de excretas porcina y avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5) se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el cadmio fue de 2,52 , (T3) el cadmio fue de 2,91 (T4) el cadmio fue de 2,64 (T6) el cadmio fue de 3,13 (T7), el cadmio fue de 2,45 , (T8) el cadmio fue de 2,78 .Al respecto con el cadmio Meier et.al (2014), Allaire (2015), Beesley et.al (2011), todos esos autores hacen mención que el biochar de animales de características herbívoras son eficientes para la reducción de diversos metales pesados tales como el cobre, arsénico, plomo y zinc. Mejer et.al (2014) el cadmio de su suelo disminuyo de 2,2 a 0,23 ppm, Allaire (2015) disminuyo de 3,8 ppm a 2,4 ppm, con respecto a Beesley et.al (2011), el hace mención que el porcentaje de eficiencia del biochar para reducción de suelo contaminado con cadmio fue de 8%.

**pH:** El pH inicial para todos los tratamientos fue de 6,25,el T1,(0% de biochar de excretas porcina)T2,(5% de biochar de excretas porcina ), T3,(10% de biochar de excretas porcina ) T4 (15% de biochar de excretas porcina), con respecto al biochar de excretas avícola los tratamientos son los siguientes T5,(0% de biochar de excretas avícola ) T6,(5% de biochar de excretas avícola), T7,(10% de biochar de excretas avícola) T8 (15% de biochar de excretas avícola).Tras la adiciones del Biochar de Excretas Porcina y Avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5)se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el pH fue de 7.11, (T3) el pH fue de 7,46,(T4) el pH fue de 7,77, (T6)el pH fue de 7,63,(T7), el pH fue de 7,58 ,(T8), el pH fue de 7,96 A si mismo Mejer et.al (2014), en su investigación hace mención que tras la adición de bichar el pH aumento de 6,67 a 9,91,lo mismo corrobora los autores Allaire (2015), Beesley et.al (2011)ya que posteriormente la adición de biochar su pH aumento de 6,4 a 10,4 y de 7,5 a 8,5 correspondientemente. Al respecto con la presente

investigación se observa que estos 2 tipos de biochar son muy eficientes para regular el pH, ya que el suelo contaminado era un suelo ácido y tras la adición de del biochar ahora es un suelo neutro.

**CE:** La conductividad eléctrica inicial para todos los tratamientos fue de 3.9 .Tras la adiciones del biochar de excretas porcina y avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5)se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) la conductividad eléctrica fue de 5,76 , (T3) la conductividad eléctrica de 6,9,(T4) la conductividad eléctrica fue de 8, (T6) en la conductividad eléctrica fue de 5,16 (T7), la conductividad eléctrica fue de 5,83, (T8) la conductividad eléctrica fue de 7,16 .Al respecto de la conductividad eléctrica Mejer et. al (2014) menciona que durante su investigación y post la adición de biochar su conductividad eléctrica disminuyo a diferencia de nuestro estudio el cual se elevó .Namgay et al (2010) menciona que en su investigación la conductividad eléctrica se elevó de 0,045 a 0,076 ds/m.

**Potasio:** El potasio inicial para todos los tratamientos fue de 0,97 .Tras la adiciones del Biochar de Excretas Porcina y Avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5)se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el potasio fue de 2,69, (T3) el potasio fue de 3,93 ,(T4) el potasio fue de 9,14 (T6) el potasio fue de 4,99 (T7), el potasio fue de 7,78 , (T8) el potasio fue de 11,7 .Al respecto Olmo(2016) hace mención que tras la adición de Biochar de maleza el potasio aumento de 5420 ppm a 7987 ppm, lo mismo sucede con Mejer et. al (2014) ya que el potasio de su suelo contaminado aumento en 1,50%.

**CIC:** La capacidad de intercambio catiónico inicial para todos los tratamientos fue de 23,11 .Tras la adiciones del biochar de excretas porcina y avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5) se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el CIC fue de 18,57, (T3) el CIC fue de 19,14 (T4) el CIC fue de 20,17 (T6) el CIC fue de 17,61 (T7), el CIC fue de 19,37 , (T8) el CIC fue de 22,89 . Al respecto Zegarra (2015) hace mención que tras la adición de cualquier biochar elaborado de diversas materias primas la

capacidad de intercambio catiónico se ve afectado generando una disminución notoria.

**Calcio :** El calcio inicial para todos los tratamientos fue de 19,99 .Tras las adiciones del biochar de excretas porcina y avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5) se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el calcio fue de 14,11 , (T3) el calcio fue de 13,21 (T4) el calcio fue de 11,51 (T6) el calcio fue de 10,46 (T7), el calcio fue de 9,34, (T8) el calcio fue de 8,22. A si mismo et. al (2014) Zegarra (2015) y Mejer et. al (2014) ambos autores mencionan que tras la adición del biochar usados en sus investigaciones el calcio aumento ligeramente.

**Magnesio:** El magnesio inicial para todos los tratamientos fue de 1,84 .Tras la adiciones del biochar de excretas porcino y avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5) se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el magnesio fue de 1,37 , (T3) el magnesio fue de 1,36 (T4) el magnesio fue de 1,45 (T6) el magnesio fue de 1,48 (T7), el magnesio fue de 1,50, (T8) el magnesio fue de 1,86 .A si mismo Mejer et. al (2014) hace mención que la disminución de magnesio presente en el suelo se debe al aumento de pH.

**Sodio:** El sodio inicial para todos los tratamientos fue de 0,31. Tras la adiciones del Biochar de Excretas Porcina y Avícola se realizó un análisis final el cual indica lo siguiente: (T1) y (T5) se mantuvieron igual durante toda la investigación ya que son los testigos, con el (T2) el sodio fue de 0,38, (T3) el sodio fue de 0,63 (T4) el sodio fue de 0,82 (T6) el sodio fue de 0,66 (T7), el sodio fue de 0,74, (T8) el sodio fue de 1,13 .A sí mismo. A si mismo Mejer et. al (2014) hace mención que tras el aumento de pH en nuestro suelo, este se ve reflejado en los niveles de sodio en los cuales aumentan progresivamente.

## **V. CONCLUSION**

El rendimiento de producción de Biochar de Excretas Porcina fue el 55,88%, Biochar de Excretas Avícola fue de 61,31% sometido a temperatura mayor a 300°C.

Ambos Biochar elaborado de Excretas Porcina y Avícola, son eficiente para la reducción de Cadmio presente en el suelo.

La adición del tratamiento T2 y T6, es más eficiente con respecto de la conductividad eléctrica, ya que se elevó ligeramente pero durante todo el estudio se mantuvo estable a diferencia de los otros tratamientos.

Los resultados obtenidos de la presente investigación sobre la adición de 2 tipos de Biochar en suelo contaminado con respecto al pH, nos indica que el tratamiento (T2) y (T6) fueron los más eficientes, ya que fueron los resultados que brindaron que nuestro suelo sea neutro.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Usar todo tipo de Excretas Porcina y Avícola completamente secas para la elaboración de Biochar, ya que las mencionadas materias primas disminuyen en Cadmio del suelo, a su vez que es más rentable y factible su adquisición.

Usar Biochar de Excretas Avícola en dosis de 10% (T7), para la reducción de Cadmio en el suelo.

Aplicar los Biochar con un previo riego para que tras la adición de los Biochar se realice una mezcla homogénea entre suelo más Biochar.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALLAIRE, Suzanne. Analyses of Biochar properties. Trabajo de investigación (Técnico de ingeniería). Canadá, Québec: Université Laval, ,2015. 59. Disponible en:  
[http://www.biochar-international.org/sites/default/files/Analyse\\_comparative-biochar-ENG.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/Analyse_comparative-biochar-ENG.pdf)
- ÁLVAREZ-ROMERO, J. y R. A. Medellín. 2005. Sus scrofa (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Baoliang Chen . Et al, Una novela magnética eficientemente Biocarbón sorbs contaminantes orgánicos y fosfato, .China. Tecnología Bioambiental. [En línea]Octubre 2010, nº (638–647). [Fecha de consulta: 6 de enero]
- Beesley, Luke, et al, Una revisión de Biochard papel potencial en la remediación, revegetación y restauración de suelos contaminados. Environmental Pollution . [En línea] Julio 2011, nº3269e3282. [Fecha de consulta: 29 de abril]. Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749111003939>
- CARDONA, ANAHI, et al. **Evaluación del poder Biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II).** Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería Química, . [En línea] Febrero, 2013. [Fecha de consulta: 22 de marzo]  
Disponible en:<http://www.revista.ingenieria/Vol%2017/evaluacion.pdf>
- DIAZ. Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú. Revista del instituto de investigación, FIGMMG-UNMSM. . 19, No 38, pp. 103 - 110 Julio - Diciembre 2016.

- DOMINGUEZ. et al. Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias. INIFAP. Noviembre, 2014.  
ISBN: 978-607-37-0320-8
- DOWNIE, J; et al. Effects of Biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Sáciense of the Total Environment* [En línea] Junio 2015; no (311–313). [Fecha de consulta: 29 de abril]
- ESCALANTE. et. al Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo Terra Latinoamericana, vol. 34, núm. 3, 2016, pp. 367-382 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- JEFFERSON. El efecto del Biocarbon en suelos contaminados con metal pesado y el destino en el suelo. S.F. [Fecha de consulta: 27 de enero]
- GLASSER, Brunno; et al. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal. *Bio Fertil Soils*.
- HERNANDEZ SAMPIERI. Metodología de las investigaciones. Diseño de investigación. 6ta. ed Mc Graw Hill: México ,2014. pp. 132.
- KLASSON. et. al Copper (II) de adsorción por carbones activados de las cáscaras de nuez: Efecto del nivel de oxígeno .2009. Los cultivos y los productos industriales. Universidad de Nueva Orleans.
- LOZANO. Diseño de Biodigestores para las familias caprinocultoras de la cuenca baja del río chillón. Facultad de ingeniería agrícola UNALM. 2012.
- LOZANO. Diseño de Biodigestores para las familias caprino cultoras de la cuenca baja del río chillón. Facultad de ingeniería agrícola UNALM. 2012.
- MEIER, S1.; CEA. et al. Biochar producido a partir de excretas de gallina reduce la biodisponibilidad de Cu en suelos contaminados con este metal. *XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo* [En línea] Noviembre 2014. [Fecha de consulta: 18 de marzo]

- NAVARRO J.P.et al. Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas .Asociación española de ecología terrestre. [En línea] Mayo 2007. [Fecha de consulta: 01 de marzo]
- ORTIZ.et.al .Técnica de recuperación de suelos contaminados. Informe de vigilancia tecnológica. Comunidad de Madrid.12 edición.2007.
- RULKENS, W.H., GROTENHUIS, J. T.C. & TICHY, R. (1995): Methods for cleaning contaminated soils and sediments. In “Heavy Metals”, W. Salomons, U. Förstner & P. Mader, eds. Springer-Verlag, Berlín, 165-191.
- Tshewang Namgay, et al, Influence of Biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb, and Zn to maize (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Soil Research* [En línea] Octubre 2010, nº (638–647). [Fecha de consulta: 6 de enero].Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916314892>
- TIAN-YU JIANG .et.al. La adsorción de Pb (II) en suelos enmendados con cargo variable Biocarbón de paja de arroz derivado. Universidad Forestal de Nanjing, Nanjing 210037, República Popular China.

**ANEXOS**  
**FOTOGRAFIA N°1**

**Ubicación de la Minera Colquisiri**



**Elaboración propia 2018.**

**FOTOGRAFIA N°2**  
**Delimitado los 20 puntos de Muestreo de Suelo**



**Elaboración propia 2018.**



**FOTOGRAFIA N°3**  
**Procedimiento de las 20 calicatas**



**Elaboración propia 2018.**

**FOTOGRAFIA N°4**  
**Toma de coordenadas de las calicatas realizadas**



**Elaboración propia 2018.**

## FOTOGRAFIA N°5

**Pesado de las excretas para la elaboración de biochar**



**Elaboración propia 2018.**

## FOTOGRAFIA N°6

**Interior del horno vacío**



**Elaboración propia 2018.**

**FOTOGRAFIA N°7**  
**Encendido del horno**



**Elaboración propia 2018.**

**FOTOGRAFIA N°8**  
**Medición de temperatura del biochar**



**Elaboración propia 2018.**

## FOTOGRAFIA N°9

### Obtención del biochar



Elaboración propia 2018.

## FOTOGRAFIA N°10

### Pesado del biochar obtenido



Elaboración propia 2018.



**FOTOGRAFIA N°11**

**Pesado del suelo y biochar según la dosis correspondiente**



**Elaboración propia 2018.**

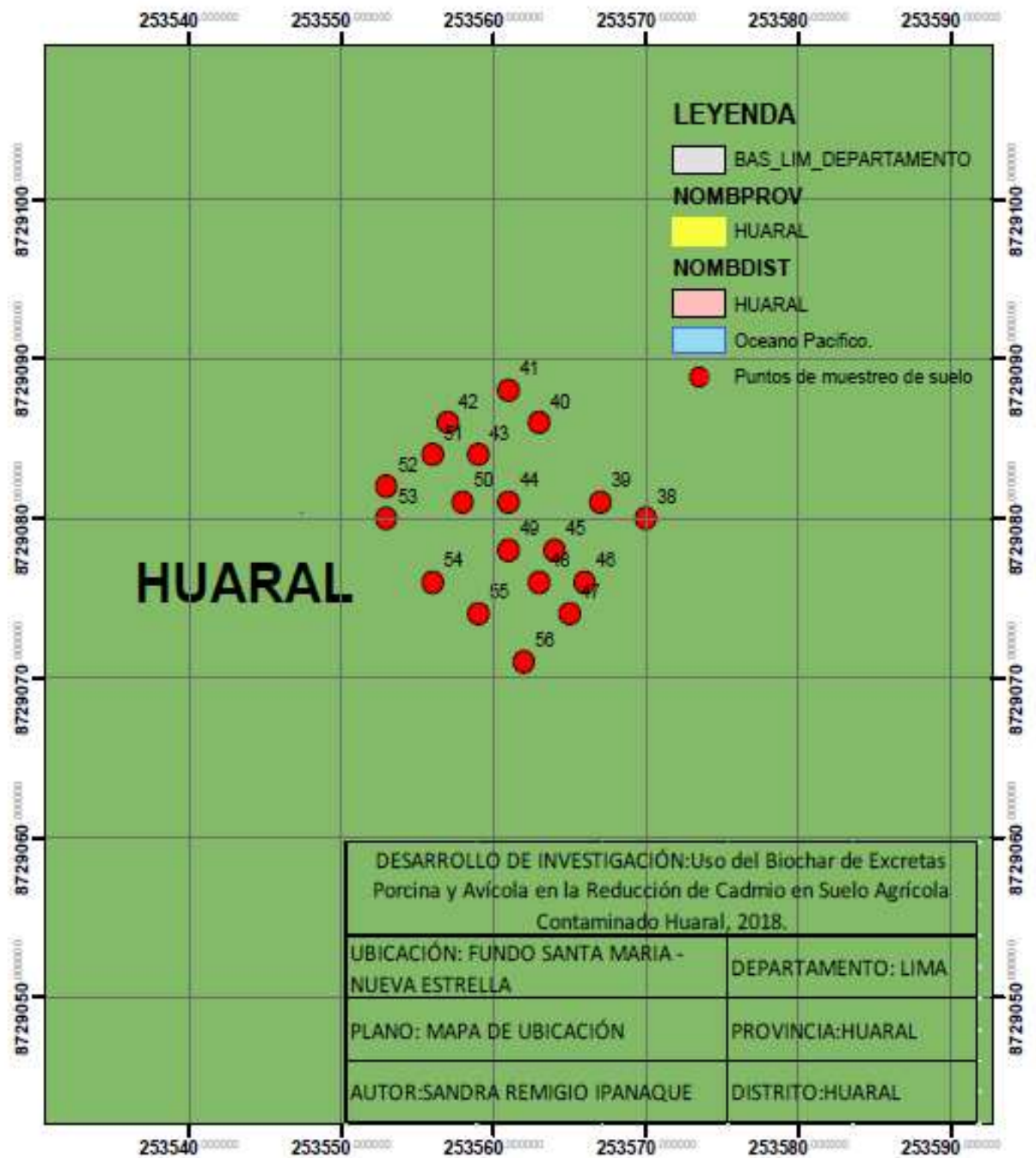
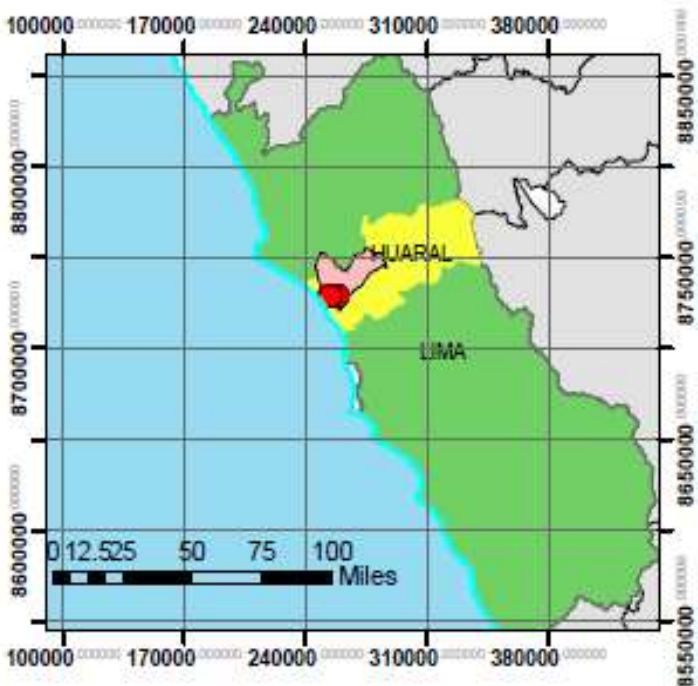
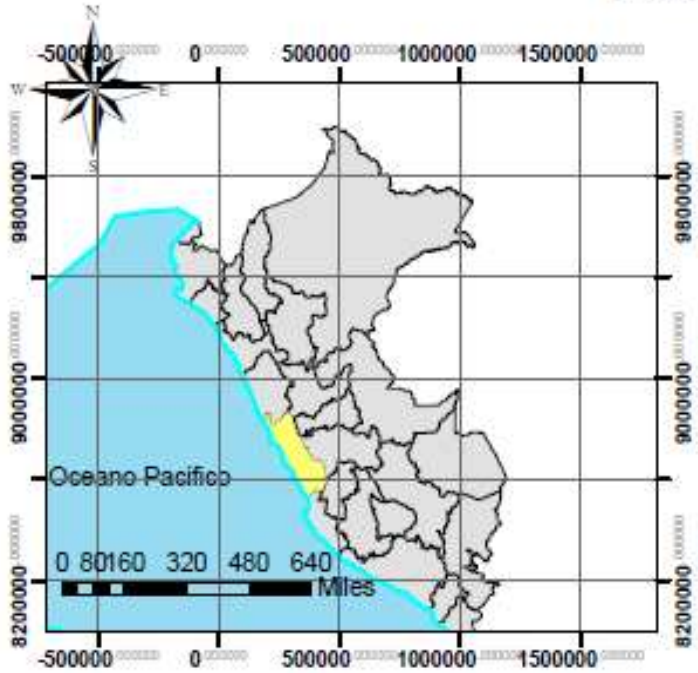
**FOTOGRAFIA N°12**

**Codificación para el análisis respectivo.**



**Elaboración propia 2018.**

# MAPA DE UBICACIÓN



Universidad César Vallejo

WebBaker v3.0.0

Inicio

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título

**DESARROLLO DE INVESTIGACIONES**

Uso del Biogas de Excavaciones Profundas y Autóclavos en la Restauración de Cadáveres en Suelo Agrícola Contaminado Huancayo, 2018.


AL TUTOR

Sandra Rojas, Remygo Jarama

ASESOR

Miría, Alajaja Martínez

Page 7 de 111 | Historia de Juntos | 10/08

	<p>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</p>	<p>Código : F06-PP-PR-02.02          Versión : 09          Fecha : 11-07-2018          Página : 1 de 1</p>
---	--	--

Yo, JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

"Uso del biochar de excretas porcina y avícola en la reducción de cadmio en suelo agrícola contaminad Huaral 2018, del (de la) estudiante Sandra Rocio Remigio Ipanaque, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 11 de julio de 2018



JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ

DNI: 08447308



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN DE          TESIS</b>	Código : FO8-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo Sando Rocio Remigio identifico con DNI N° 77093275  
 Egresado de la Escuela Profesional de Defensa Social de la  
 Universidad César Vallejo, autorizo (  ) No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública  
 de mi trabajo de investigación titulado

"El uso de hierbas de cresta japonesa y sus efectos en la  
 reducción de sodio en suero sanguíneo en pacientes  
 hipertensos - 2018"

....."; en el Repositorio institucional de la UCV  
[\(http://repositorio.ucv.edu.pe/\)](http://repositorio.ucv.edu.pe/), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre  
 Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....

  
 FIRMA  
 DNI: 77093275

FECH 21 DE Feb DEL 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

REMIGIO IPANAQUE SANDRA ROCIO

INFORME TÍTULADO:

USO DEL BIOCHAR DE EXCRETAS PORCINA Y AVÍCOLA EN LA  
REDUCCIÓN DEL CADMIO EN SUELO AGRÍCOLA CONTAMINADO  
HUARAL , 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 21 de julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: 14

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro