



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

“Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con  
enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019”

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

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Paico Lozano, Alexandra (ORCID: 0000-0002-6076-0963)

Surco Manrique, Katheryn Dubraska (ORCID: 0000-0002-3837-2067)

**ASESORA:**

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2019

### **Dedicatoria**

La presente tesis es fruto de nuestro esfuerzo y dedicación, es por ello que se lo dedicamos con todo el amor a nuestros padres que han sido nuestro apoyo incondicional y la principal motivación para la culminación de nuestras metas en la vida.

### **Agradecimiento**

Principalmente, agradecemos a nuestro creador por permitirnos la dicha de conocernos y culminar juntas este logro el cual es muy importante y de mucha espera en nuestra vida universitaria, por darnos salud y perseverancia.

A la Mg. Rita Cabello Torres por brindarnos su apoyo incondicional, conocimientos, mucha paciencia y tiempo durante el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros Padres por su amor eterno:

Guillermo Surco Luna & Marilyn Manrique  
Álvarez

José Paico Mego & Consuelo Lozano Pérez

Gracias por estar presentes no solo en esta etapa tan importante en nuestras vidas, sino en todo momento ofreciéndonos lo mejor de cada uno de ustedes.

## **Página del Jurado**

## **Página del Jurado**

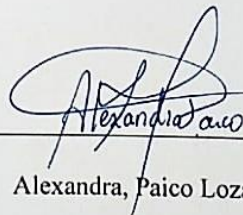
## Declaratoria de autenticidad

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alexandra Paico Lozano con DNI N° 73059481, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

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

Lima, 10 de Diciembre del 2019



Alexandra Paico Lozano

DNI N°: 73059481

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Katheryn Dubraska Surco Manrique con DNI N°70569201, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

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

Lima, 10 de Diciembre del 2019



---

Katheryn Dubraska, Surco Manrique  
DNI N° :70569201

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	vi
Índice .....	viii
Índice De Tablas.....	ix
Índice De Figuras .....	x
Índice De Gráficos.....	xi
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÒN .....	1
II MÈTODO .....	9
2.1 Tipo y Diseño de investigación .....	9
2.2 Operacionalización de variables.....	9
2.3 Población, Muestra y Muestreo.....	12
2.4.Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	13
2.5 Procedimiento.....	14
2.6 Métodos de análisis de datos .....	18
2.7 Aspectos éticos .....	19
III RESULTADOS .....	20
IV. DISCUSIÒN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES .....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXO .....	50



## Índice De Tablas

Tabla 1: Características de Armuelle Atriplex Hortensis.....	5
Tabla 2: Esquema de diseño experimental en suelo y planta. ....	9
Tabla 3: Cuadro de Operacionalización de variables .....	10
Tabla 4: Validación de equipos para análisis de parámetros fisicoquímicos. ....	13
Tabla 5: Metodologías para los análisis en planta/suelo .....	18
Tabla 6: Análisis preliminares .....	20
Tabla 7: Resultados de análisis de caracterización Inicial de suelos.....	20
Tabla 8: Características principales de enmiendas orgánicas.....	21
Tabla 9: Recuento de Microorganismos Benéficos – MOBs .....	21
Tabla 10: Resultado de análisis de pH, Eh, M.O, Hd, CE y PSI. ....	22
Tabla 11: Resultado de análisis de Na <sup>+</sup> en suelo y planta. ....	23
Tabla 12: Prueba T de muestras emparejadas: .....	23
Tabla 13: Test de Normalidad (Shapiro-Wilk).....	24

## Índice De Figuras

Figura 1: Mecanismos de resistencia a la sal.....	5
Figura 2: Mapa de ubicación .....	12

## Índice De Gráficos

Gráfico 1: Método de investigación .....	15
Gráfico 2: Diagrama de análisis de componentes principales .....	27
Gráfico 3: Determinación de MO, Humedad y la CIC.....	27
Gráfico 4: Determinación de pH y Eh .....	28
Gráfico 5: Determinación de CE., Na <sup>+</sup> .....	29
Gráfico 6: Remoción de Na <sup>+</sup> en suelo .....	29
Gráfico 7: Crecimiento de la A. hortensisen parte aérea.....	30
Gráfico 8: Secuestro de Na <sup>+</sup> en la Halófito A. Hortensis .....	31

## Resumen

Esta investigación tiene por objetivo evaluar el efecto de la fitorremediación con cultivos de *Armuelle* (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la rehabilitación de suelos salinos de la provincia de Cañete. El tratamiento se realizó en parcelas con replicas por triplicado considerando 5 concentraciones, el estudio empleó una especie halófito *Atriplex hortensis* que fue evaluada en parte aérea (hoja + tallo) y raíz por cada unidad experimental, la cual fue aplicada por siembra directa y regada con agua des ionizada. Las concentraciones C<sub>0</sub>,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>,C<sub>3</sub>,C<sub>4</sub> de sales de sodio inicial en el suelo se midió mediante la CE alcanzando valores de 2.7, 10.24, 18.11,33.13,37.73 dS/m. respectivamente. Luego de 49 días de tratamiento el crecimiento de la *Atriplex hortensis* fue mayor en la concentración C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> en el tratamiento. Se observó que la mayor concentración de Na<sup>+</sup> se acumuló en la parte aérea de la halófito en tratamiento (0.00813 mg/l) y en control (0.00347 mg/l). En el suelo se analizó parámetros fisicoquímicos como C.E., M.O, pH, Potencial Redox, Humedad, Sodio, CIC y PSI, mostrando un porcentaje mayor de remoción de Na<sup>+</sup> en la C<sub>0</sub> de 95%. El pH presentó una reducción en un rango de 6,66 a 6.96 post-tratamiento en comparación con el grupo control (6.9 – 8.25) a lo largo de las concentraciones y tiempo. El mayor incremento de M.O. se presentó en el la C<sub>0</sub> con 0.078%. Se concluye que la capacidad fitorremediadora del *Atriplex hortensis* se da más en la parte aérea a diferencia de la raíz.

**Palabras clave:** Fitorremediación, enmiendas orgánicas, acumulación, sodio, *Atriplex Hortensis*.

## Abstract

This research aims to evaluate the effect of phytoremediation with Armuelle (*Atriplex Hortensis*) crops assisted with organic amendments for the rehabilitation of saline soils in the province of Cañete. The treatment was carried out in plots with triplicate replicas considering 5 concentrations, the study used an *Atriplex hortensis* halophyte species that was evaluated in aerial part (leaf + stem) and root for each experimental unit, which was applied by direct seeding and irrigated with deionized water. The C0, C1, C2, C3, C4 concentrations of initial sodium salts in the soil were measured by the EC, reaching values of 2.7, 10.24, 18.11.33.13.37.73 dS / m. respectively. After 49 days of treatment the growth of the *Atriplex hortensis* was higher in the C2 and C3 concentration in the treatment. It was observed that the highest concentration of Na<sup>+</sup> accumulated in the aerial part of the halophyte in treatment (0.00813 mg / l) and in control (0.00347 mg / l). In the soil, physicochemical parameters such as C.E., M.O, pH, Redox Potential, Humidity, Sodium, CIC and PSI were analyzed, showing a higher percentage of Na<sup>+</sup> removal in the C0 of 95%. The pH showed a reduction in a range of 6.66 to 6.96 post-treatment compared to the control group (6.9 - 8.25) throughout the concentrations and time. The largest increase in M.O. It was presented in the C0 with 0.078%. It is concluded that the phytoremediation capacity of the *Atriplex hydrangea* occurs more in the aerial part unlike the root.

**Keywords:** Phytoremediation, organic amendments, accumulation, sodium, *Atriplex Hydrangea*.

## I. INTRODUCCIÒN

El carbono (C), el nitrógeno (N) y el fósforo (P) cumplen funciones significativas en la productividad del suelo, (Singh, Singh y Singh, 2012, p. 22), sin embargo, el uso excesivo y prolongado de fertilizantes ha generado contaminación (Almasri y Kaluarachchi, 2004. p.122), causando la reducción de la materia orgánica y la inestabilización de los elementos nutritivos, así como la salinización y la compactación del suelo (Khan et al, 2018, p. 102).

La degradación del suelo provocada por niveles excesivos de iones de sodio genera graves impactos negativos en la sostenibilidad y en la productividad agrícola (Qadir et al., 2007, p.135). La salinización del suelo es el producto de un proceso continuo de acumulación de sales excesivas, especialmente NaCl. (Chiconato et.al., 2019, p.35) y se da a través de tres procesos trascendentales: Salinidad asociada a las masas de aguas subterráneas, salinidad originada por proceso de meteorización de la roca madre, y salinidad por depósitos eólicos (Passricha et al., 2019, p. 50). Se considera un suelo salino cuando la conductividad eléctrica (EC) se encuentra por encima de  $4 \text{ dS/m}^{-1}$  (Mogollon, Martinez y Torres, 2016, p.132), una proporción de sodio intercambiable (PSI) inferior al 15%, y el pH por debajo de 8,5 (Martines, et. al., 2011) mientras que un suelo sódico presenta un PSI mayor a 15% y una  $\text{CE} > 4 \text{ dS/m}$ . con mayor predominancia del NaCl. (Rueda, 2009, p.207).

Las causas de la salinización pueden ser naturales, debido al cambio climático, los procesos geomorfológicos de sedimentación o la erosión (Lamz y González, 2013, p.39) y de manera antropogénica ocasionado por prácticas inadecuadas de riego y el uso excesivo de fertilizantes químicos. (Yurtseven Öztürk y Avci, 2014, p.105).

El almacenamiento de sales es nocivo para las especies vegetales (Swallow y O'Sullivan, 2019. p.89) y usualmente se evidencia en la reducción de la biomasa (Hayes, et al., 2019, p.12), alteraciones en el color, tamaño o raíz de las especies vegetales (Borjas, Rebaza, y Julca, 2015, p.61) y reducción de la captación de nutrientes y la actividad microbiana (Rath y Rousk, 2015. p.103).

Así mismo, la salinización afecta la relación hídrica de la planta (Farooq et al., 2015, p. 464), con el fenómeno de plasmólisis, que consiste en ceder agua en vez de absorber, hasta deshidratar su célula (Batra y Manna, 1997, p.300), y retrasar su crecimiento (Fahad et al., 2014, p.396); en su balance energético, al emplear mayor energía en los procesos necesarios

para el mantenimiento de su biomasa (Farhangi y Ghassemi, 2018, p.111), limitando la especie hasta en un 20 % (Sytar et.al., 2017, p.97) y en su equilibrio nutricional (Belmecheri et al, 2018, p.33) con alteraciones en la fijación de carbono, regulación hormonal, efectos osmóticos y floración tardía (Farooq et al., 2017, p.213). Esto limita el desarrollo y rendimiento de la productividad de los suelos de todo el mundo (Rengazami, 2006. p.231).

El proceso de salinización en una especie vegetal puede ocurrir segundos o horas posteriores a la exposición al estrés salino (Julkowska, y Testerink, 2015, p.589), los iones de sodio ingresan a las células epidérmicas y corticales de la raíz (Demidchik y Maathuis, 2007, p.391). ocasionando la reducción del potencial de la membrana plasmática, abriendo los canales de potasio ( $K^+$ ) que rectifican hacia el exterior reduciendo la captación de potasio y atrapando el  $Na^+$  en el interior (Shabala y Cuin, 2008, p.653).

A medida que pasa el tiempo, se han planteado y desarrollado a nivel mundial varias estrategias de tratamiento para mejorar los suelos con problemas de salinidad (Lal, 2017, p.92), aplicando enmiendas químicas como el yeso u otros; lamentablemente los costos que implican este tipo de tratamientos restringen al agricultor a emplearlo, además de los posibles impactos ambientales que puedan generar (Nguyen et al., 2019, p.18), sin embargo, el uso de enmiendas orgánicas se considera adecuado (Jung et.al. 2019, p.36), debido a que acrecienta los niveles de materia orgánica y mejora la calidad microbiológica y bioquímica del suelo (García et al., 1994. p.77). La transformación de los desperdicios de alimentos en enmiendas (Lemming, Oberson, y Magid, 2019, p.271) permite mejorar los niveles de sostenimiento del suelo y obtener productos bio-compuestos (Mirabella et al, 2014. p.102) que mejoran sus propiedades fisicoquímicas y biológicas (Ardeshir, Seth, y Haile, 2017, p.204), además disminuye el uso de los fertilizantes químicos sintéticos (Du et al., 2018. p.35).

En este contexto, las enmiendas orgánicas pueden emplearse como alternativas a los fertilizantes inorgánicos (Murphy, 2015, p.611), para restauración y recuperación de suelos degradados (Larney y Angers, 2012, p.23), y para mejorar el subsuelo mediante incorporación profunda de la enmienda orgánica (Celestina, Hunt, y Sale, 2019, p.141).

El abono de corral, harina de huesos, compost, abono verde, vermicompost (FAO, 2013. p.5) y biosólidos enriquecen la salud del suelo, liberando nutrientes de manera progresiva

(Muñoz, Muñoz y Montes, 2015, p.75). Así mismo el uso de residuos sólidos orgánicos como materia prima para la elaboración de enmiendas aplicadas en suelos agrícolas pueden reducir la utilización de recursos no renovables (Mahaly, Senthilkumar, y Arumugam, 2018, p. 19).

Entre las técnicas de tratamiento elaborados a partir de materia orgánica, el vermicompostaje es el más conocido (Košnář et.al., 2019, p.112) por sus beneficios tecnológicos de bajo costo y su proceso apurado de bio-oxidación (Baghel y Sahu, 2018. p.55). Durante el proceso de elaboración de vermicompostaje, se emplea lombrices de tierra (*Eisenia fetida*) para generar una mezcla entre desechos de animales y residuos de cultivos (Liu et.al., 2019, p.5), las cuales ingieren gran cantidad de desechos para digerirlos químicamente en su estómago y excretarlo transformándolos en humus, rico en nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P), micronutrientes y microbios valiosos (Sharma, y Garg, 2019, p.710) que enriquecen el suelo (Sari et al., 2017. p.86), mejorando la actividad enzimática antioxidante de la planta (Xu et al., 2016, p.581).

Esta metodología busca simplicidad, rentabilidad y degradación eficiente de todos los tipos de residuos biodegradables no tóxicos (Lee y Oa, 2013, p.8) y acelera la estabilización de la materia orgánica (Singh, 2016. p.45).

Por otro lado, los microorganismos eficaces, son considerados un inoculante microbiano (De-Bashan et al., 2007, p.169) que contiene una variedad de especies (bacterias fotosintéticas, las bacterias del ácido láctico y hongos de fermentación), estos estimulan el desarrollo de las especies vegetales y mejoran la productividad del suelo (Talaat, NB ,2019. p.205), debido a que aportan nutrientes (Sharma y Garg, 2018, p.709), descomponen desechos orgánicos, descontaminan el suelo (Terry et al., 2005, p.51), promocionan la germinación, y mejora del producto obtenido, además son capaces de suprimir agentes nocivos que fomenten plagas (Hoyos, Alvis y Jabib 2008, p.5).

La aplicación de diferentes enmiendas orgánicas (vermicompost, estiércol de ganado fresco y biofertilizante) para la mejora del suelo salino y el crecimiento de algodón han sido investigadas durante un año. El estudio realizó 5 tratamientos: estiércol fresco de ganado a 5 tn/ha (D); estiércol de ganado fresco más inoculación de lombrices de tierra a 5 tn/ha (E); vermicompost a 3,7 tn/ha (V); biofertilizante a 1.8 tn/ha (F), y fertilizante compuesto NPK a 1.7 tn/ha (CK), demostrándose que la adición de biofertilizantes mejoró el contenido de nutrientes disponibles (N: de 0.03% a 0.59%; P: de 2.82 mg/kg a 5.86 mg/kg; K: de 40.57



mg/kg a 20.40 mg/kg ), disminuyó la conductividad eléctrica (de 7.44 dS/m a 2.80 dS/m) a corto plazo y produjo el mayor rendimiento de algodón (11.0 Kg/ha), mientras que, la aplicación de estiércol de ganado y vermicompost resultó en un mayor contenido de materia orgánica (de 0.69% a 0.86% y 0.85% respectivamente). El pH inicial fue de 0.39 y se mantuvo en un rango de 7.36 a 7.40 para todos los tratamientos (WU et al., 2017, p.215-225).

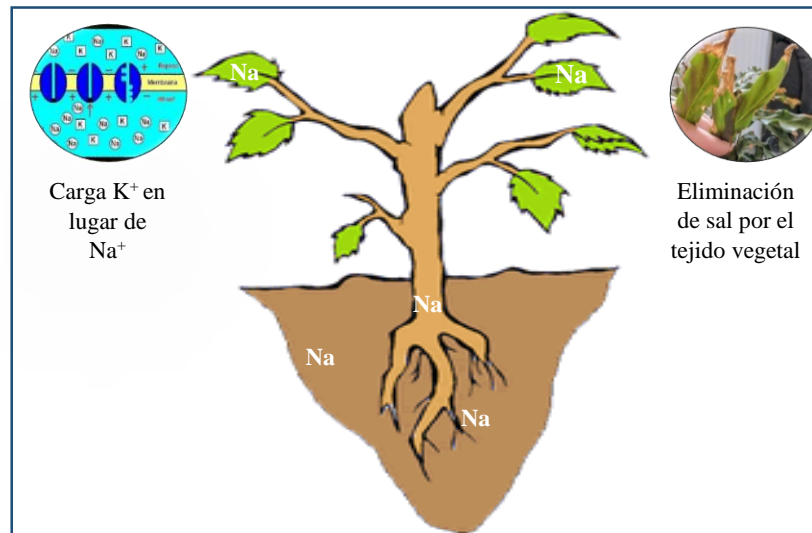
La fitorremediación es una técnica ecológica (Ali, Khan, y Sajad, 2013, p.876) que usa a las plantas para extraer contaminantes del suelo o del agua (Rostami. y Azhdarpoor, 2019, p.820) disminuyendo los niveles altos de contaminantes mejorando los suelos (Imadi et al ,2016. p.123), esto se lleva a cabo mediante la plantación de especies adecuadas (Barkla et al., 1995, p.554) con capacidad de absorción o retención de la raíz (Li, et-al., 2019, p.207).

Por otro lado, los microorganismos eficaces, son considerados un inoculante microbiano (De-Bashan et al., 2007, p.169) que contiene una variedad de especies (bacterias fotosintéticas, las bacterias del ácido láctico y hongos de fermentación), estos estimulan el desarrollo de las especies vegetales y mejoran la productividad del suelo (Talaat, NB ,2019. p.205), debido a que aportan nutrientes (Sharma y Garg, 2018, p.709), descomponen desechos orgánicos, descontaminan el suelo (Terry et al., 2005, p.51), promocionan la germinación, y mejora del producto obtenido, además son capaces de suprimir agentes nocivos que fomenten plagas (Hoyos, Alvis y Jabib 2008, p.5).

Sin embargo, existen especies que toleran altas concentraciones salinas (Hussain, Al-Dakheel, y Reigosa, 2018, p.413), debido a sus características fisiológicas (Adolf, Jacobsen, y Shabala, 2013, p.48) y a su capacidad de desarrollar diversos mecanismos de extrusión activa de Na y/o Cl<sup>-</sup>, captación selectiva de iones no tóxicos como K, almacenamiento de iones tóxicos en la vacuola (Rybol, Zimmermann, y Balling, 1989, p.210,) y respuestas a la deshidratación, entre otros (Ellouzi, et.al., 2014, p.16).

Este tipo de plantas presenta mecanismos de resistencia a la sal como la selectividad de captación por células radiculares (Barkla et.al., 2007, p.265), la carga del xilema preferencial de K<sup>+</sup> en lugar de Na<sup>+</sup> y la eliminación de la sal del tejido vegetal en la parte superior de las raíces, o parte aérea (Munns, 2002, p.247) (Figura 1). Así mismo, en condiciones de alta salinidad, las glándulas de sal especialistas sirven como almacenamiento de Na<sup>+</sup> periférico para mitigar la elevación del Na<sup>+</sup> citosólico, mejorando la supervivencia (Wu, 2018, p.217).

Figura 1: *Mecanismos de resistencia a la sal*



Fuente: Elaboración propia, 2019

Una de las halófitas facultativas muy empleadas es el Armuelle (*Atriplex Hortensis*) (Wang, Showalter, y Ungar, 2005, p.189), debido a sus características taxonómicas que le permiten poder absorber agua conservando un bajo potencial osmótico (Silveira et al., 2009, p.7). Esta especie perteneciente a la familia Amaranthaceae alberga propiedades fitorremediadoras, así como alimenticias (Bueno, Lendínez, y Aparicio, 2017, p.59) mide aproximadamente de 10 a 70 cm con tallos erectos y rígidos, y con un periodo de floración de Julio a Agosto (tabla 1).

Tabla 1: *Características de Armuelle Atriplex Hortensis*

Taxonomía	
<b>Familia</b>	Amaranthaceae, Chenopodiaceae
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Caryophyllales
<b>Género</b>	<i>Atriplex</i>
<b>Especie</b>	<i>Atriplex Hortensis</i>
Condiciones ambientales	Requerimientos
<b>Luz</b>	Luz solar para crecer
<b>Temperatura</b>	Calor módico
<b>Humedad</b>	Suelos de secos a húmedos
<b>Acidez</b>	Suelos provistos de bases
<b>pH</b>	5.5 – 8

Fuente: Boucher, 1909,

Un cultivo de *Atriplex Nummularia* en suelo salino sódico bajo estrés hídrico, ha sido estudiado durante 66 días, evaluando las características del crecimiento y la producción de la especie en hojas, tallos y raíces, para identificar cambios anatómicos en la planta. Los resultados demostraron la bioacumulación de sodio en hoja, tallo y raíz de  $\pm 11.545$ ,  $\pm 4.514$  y  $\pm 3.975$  g respectivamente, las plantas crecieron constantemente después del trasplante, llegando a una altura promedio de 88.60 cm. a 75% de humedad. Los valores de la masa fresca de las raíces se comportaron de manera similar a los valores de los brotes de tallo y hojas, alcanzando valores de 91.8 g., 50.5 g. y 80.2 g. respectivamente. Así mismo la EC fue de 39.34 dS/m y el potencial osmótico promedio fue de  $-16.80$  atm (De Souza, dos Santos y da Cunha, 2012. p.20-27).

Así mismo, la germinación de *Atriplex halimus* L. y *Atriplex hortensis* en un rango de 0–2 g/L de NaCl ha sido estudiada por 60 días, indicando para la *A. halimus* una tasa de germinación elevada entre 74 a 82% y la supervivencia media de las plántulas de 90 a 100% y para *A. hortensis*, la tasa de germinación varió de 64 a 80% y tasa de supervivencia del 36 al 57%. Luego de 60 días se analizó el peso seco, donde *A. halimus* aumentó de 2.5 mg/planta sin NaCl a 9.2 mg/planta a 2 g/L de NaCl. Mientras que para *A. hortensis* mejoró el crecimiento de la planta, el contenido del agua medio de las partes aéreas para *A. halimus* disminuyó significativamente con la salinidad, variando desde 95% sin NaCl hasta 84% a 2 g / L de NaCl y para *A. hortensis* no se vio afectada significativamente por la salinidad, variando de 92% sin NaCl a 91% a 2 g/L de NaCl. Por otro lado, la concentración de sodio en las partes aéreas aumentó a lo largo del gradiente de salinidad para ambas plantas (de 19 a 53 mg/g para *Atriplex halimus* y de 20 a 60 mg/g para *Atriplex hortensis*), En conclusión, ambas plantas acumularon más del 50 mg/g de peso seco para  $\text{Na}^+$ . Además, acumularon otros contaminantes tales como trazas de metales (zinc y níquel) en cantidades no despreciables (Suairé, Durickovic y Framont, et al., 2016. p.182–189).

Aunque, existen limitaciones con la técnica fitorremediadora, tanto en espacio, en tiempo como en efectividad, los árboles y arbustos que realizan procesos de fitorremediación, requiere áreas grandes de estudio y presentan limitaciones por el grado de concentración del contaminante (Delgadillo et al ,2011. p.96), sin embargo, es considerada una técnica prometedora (Luo et.al., 2019, p.17) para rehabilitar sosteniblemente terrenos contaminados

por sales (Shah et al., 2017, p.21), en medio acuífero o terrestre (Han et al., 2013, p.874). Entre las múltiples ventajas que ofrece están: bajo costo financiero, beneficios de sembríos producidos durante la mejora, fomento de agregados del suelo para estabilidad, incremento de disponibilidad de nutrientes, áreas de mejoramiento uniformes y mejoras ambientales en relación al secuestro de carbono en el suelo (Qadir et.al., 2007, p.199).

En este contexto países como México, Perú, Cuba, Brasil y Argentina (FAO, 2015. p.1) tienen como riesgos eminentes el incremento de sales y la deficiencia de carbono orgánico (Dazzi, Lo Papa y Poma, 2013, p.35). En el Perú existe el 1,1% de suelo fértil (FAO, 2011. p.5), el 15,6% de agricultores que usan abonos orgánicos (INEI, 2014. p.25). En la provincia de Cañete más del 50% de sus tierras presenta problemas de salinización causado por la irrigación con aguas de mala calidad (Damian et al., 2018, p.258). Se ha comprobado que las tierras afectadas por el mal drenaje llegan a concentraciones de sales superiores a 0.75 dS/m. con riesgo ascendente de concentraciones hasta 16.0 dS/m. a 30 cm de profundidad.

En base a ello, esta investigación se planteó como problema general ¿Qué efecto tiene la fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas en la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019?, el cual estuvo apoyado por los problemas específicos ¿Cómo mejoran las propiedades fisicoquímicas de los suelos salinos fitorremediados con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas, Cañete, 2019?, ¿Cómo afecta la bioacumulación de sal al cultivo de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas durante la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019? y finalmente ¿Cuánta sal logra remover el cultivo de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido por enmiendas orgánicas, para la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019?

La investigación ofrece una alternativa ambiental en la que se realizará la remediación de suelos salinos aplicando enmiendas naturales elaboradas a partir de residuos sólidos orgánicos aprovechables, las cuales se adicionarán al sembrío de Armuelle (*Atriplex Hortensis*). Esta técnica permitirá disminuir la concentración de sales (Hussain, Al-Dakheel, y Reigosa, 2018, p.417) y mejorar la calidad del suelo (Li, et al., 2019, p. 525), convirtiéndola en una opción eco amigable para el ambiente y muy novedosa en los tiempos actuales. Así mismo contribuirá a la investigación prediciendo futuras aplicaciones.

Los principales beneficiarios con esta tecnología son los agricultores debido a que, podrán volver a utilizar las parcelas contaminadas que no producían anteriormente, aprovechando el mayor porcentaje de área de cultivo (Elayaraja y Singaravel, 2017, p.180), lo que generará un mayor ingreso económico en el sector agrícola. Por otro lado, se realiza la valorización del material orgánicos con la producción de enmiendas, contribuyendo al manejo sostenible de los residuos (MINAM, 2016, p.3).

En tal sentido, se planteó como hipótesis general: “el efecto de la Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas es significativo para la recuperación suelos salinos, Cañete 2019, abordando como hipótesis específicas: “las propiedades fisicoquímicas de los suelos salinos mejoran significativamente con la fitorremediación de los cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas, Cañete, 2019”, “la bioacumulación de sal en el cultivo de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas genera decaimiento de la biomasa de la planta durante la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019” y finalmente “la remoción de sal en el suelo salino es del 50 % utilizando cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido por enmiendas orgánicas, para la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019?”

Para comprobar las hipótesis en cuestión evaluó el efecto de la fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019, es por ello que se planteó la determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos salinos fitorremediados con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido por enmiendas orgánicas, Cañete, 2019, determinar la bioacumulación del cultivo de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistidos con enmiendas orgánicas durante la recuperación de suelos salino, Cañete, 2019 y estimar cuanta sal logra remover el cultivo de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido por enmiendas orgánicas en la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019.

En base a lo descrito anteriormente el estudio busca conocer los mecanismos de la bioacumulación y poder predecir futuras aplicaciones y el comportamiento de la halófito en el proceso remediador del suelo, de tal forma que pueda ser replicable en cualquier región del mundo.

## II MÉTODO

### 2.1 Tipo y Diseño de investigación

La investigación es experimental, con derivación cuasi experimental; se manipuló al menos una variable (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.479) con el propósito de estudiar el impacto de los tratamientos con pre-prueba, post-prueba y un grupo control no aleatorizado (Fernández et. al., 2014, p.8). El tipo de estudio es aplicada, dado que se llevó a la práctica, teorías básicas para resolver un problema identificado (Vargas, 2009, p.158).

El diseño experimental consideró 5 concentraciones de sodio medidas mediante la CE. (dS/m):  $C_0=2.7$ ,  $C_1=10.24$ ,  $C_2=18.11$  y  $C_3=33.13$   $C_4=37.73$ , un tratamiento (Vermicompost + MOBS) + un grupo control y tres replicas; el tratamiento se llevó a cabo durante 49 días y los análisis semanalmente en suelo y planta. Cada parcela contuvo 16 kg de suelo con una distancia de planta a planta de 0.3 m. La semilla fue adquirida en la Universidad Nacional Agraria La Molina, 1200 fueron aplicadas por siembra directa a un 1 mm. de profundidad considerando que este tipo de siembra recomendada como camino eficaz para el crecimiento de una especie en un medio salino (Shaygan, 2017, p.636). Se realizó mediciones en parte aérea (tallo y hojas) y raíz de la halófito *Atriplex hortensis*(tabla 2).

Tabla 2: *Esquema de diseño experimental en suelo y planta.*

	<b>Suelo</b>	<b>Planta</b>
Tratamiento (T)	1	2
Control	1	2
Replica (R)	3	3
Tiempo: semanal (t)	8	8
Niveles de concentración salina (C)	5	5
Unidades experimentales $((T+1)*R)*t*C$	240	480

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 2.2 Operacionalización de variables

- **Variable Independiente (X):** Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas.
- **Variable dependiente (Y):** Recuperación de suelos salinos.

Tabla 3: Cuadro de Operacionalización de variables

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿Qué efecto tiene la fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hoetensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas en la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019?	El efecto de la Fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas es significativo para la recuperación de suelos salinos, Cañete 2019	Evaluar el efecto de la fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019.	Fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas	"La fitorremediación es una técnica ecoamigable con el ambiente que busca minimizar la contaminación empleando especies vegetales, así mismo las enmiendas orgánicas son una estrategia efectiva en la restauración de tierras secas (Muñoz, Hueso y Martínez, 2018, p.4) que incrementan la materia orgánica del suelo" Hunt y Sale (2019, p.138) y otros elementos como N, P y S (Kirkby, et al., 2013. p.94)	Se elaboró las enmiendas orgánicas (vermicompost y MOB's) para ser aplicado al suelo enriquecido a 5 concentraciones (2.7, 10.24, 18.11, 33.13, 37.73 dS/m) de sodio. Se sembraron semillas de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) por cada parcela. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos del suelo y planta antes y después de la fitorremediación cada 7 días para evaluar los efectos y el desarrollo de la biomasa en la planta en parte aérea y raíz.	Bioacumulación	Tamaño, peso y Na <sup>+</sup> en la parte aérea de la planta	ordinal
¿Cómo mejoran las propiedades fisicoquímicas de los suelos salinos fitorremediados con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas, Cañete, 2019?	Las propiedades fisicoquímicas de los suelos salinos mejoran significativamente con la fitorremediación de los cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas, Cañete, 2019	Determinar las propiedades fisicoquímicas de los suelos salinos fitorremediados con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido por enmiendas orgánicas, Cañete, 2019.					Características de la enmienda	pH
			Conductividad Eléctrica	ordinal				
			Materia orgánica	ordinal				
			Na	ordinal				
				Recuento de aerobios mesófilos variables, Mohos y levaduras	ordinal			

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿Cómo afecta la bioacumulación de sal al cultivo de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas durante la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019?	La bioacumulación de sal en el cultivo de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas genera decaimiento de la biomasa de la planta durante la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019	Determinar la bioacumulación del cultivo de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistidos con enmiendas orgánicas durante la recuperación de suelos salino, Cañete, 2019.	Recuperación de suelos salinos	La recuperación de suelo salino es el resultado de la mejora de la estructura del suelo e incremento los contenidos de nutrientes (Domínguez, Martínez y Álvarez 2014, p.1-32) volviéndolo más estable y mejorando sus características propias del mismo (Li et al., 2019, p. 205).	Se realizaron análisis previos a la siembra del cultivo y posteriores cada 7 días iniciado el tratamiento, con el propósito de evaluar la concentración salina en el suelo. Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en las cinco dosis y sus réplicas.	Calidad de suelo	Conductividad eléctrica	ordinal
							pH	ordinal
							Potencial Redox	ordinal
							Materia orgánica	ordinal
							Textura	ordinal
							Humedad	ordinal
							Na	ordinal
							PSI	ordinal
CIC	ordinal							
¿Cuánta sal logra remover el cultivo de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido por enmiendas orgánicas, en la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019?	La remoción de sal en el suelo salino es del 50 % utilizando cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido por enmiendas orgánicas, en la recuperación de suelos salinos, Cañete, 2019?	Estimar cuanta sal logra remover el cultivo de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido por enmiendas orgánicas en la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019.	Recuperación de suelos salinos	La recuperación de suelo salino es el resultado de la mejora de la estructura del suelo e incremento los contenidos de nutrientes (Domínguez, Martínez y Álvarez 2014, p.1-32) volviéndolo más estable y mejorando sus características propias del mismo (Li et al., 2019, p. 205).	Se realizaron análisis previos a la siembra del cultivo y posteriores cada 7 días iniciado el tratamiento, con el propósito de evaluar la concentración salina en el suelo. Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en las cinco dosis y sus réplicas.	Remoción	Concentración inicial del contaminante en el suelo	ordinal
							Concentración final del contaminante en el suelo	ordinal

Fuente: Elaboración propia, 2019.



## 2.3 Población, Muestra y Muestreo

### 2.3.1 Población:

Se tomó como población los suelos salinos y no salinos, de la provincia de Cañete, ubicados a  $13^{\circ} 10' 19.13''$  por el sur y  $76^{\circ} 15' 26.68''$  por el oeste (Figura 2).

### 2.3.2 Muestra:

Se recolectó 485 kg de suelo salino en Cañete; con características representativa del universo de estudio a fin de deducir resultados sobre la población (Pinto, 2015, p.37).

### 2.3.3 Tipo de muestreo:

Se aplicó el muestreo no probabilístico. El cual elige los elementos intencionalmente relacionadas con las características que requiere el investigador, sin emplear procedimiento mecánico (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.479).

### 2.3.4 Unidad de Análisis:

Se consideró como unidad de análisis del estudio el sistema suelo salino/planta.

Figura 2: Mapa de ubicación



Fuente: Elaboración propia ,2019

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




### 2.4.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos





Se emplearon ficha de recolección de datos donde se describe y explica detalles de las observaciones. En el proceso de investigación se usaron los equipos de laboratorio (tabla 5) de la universidad Cesar Vallejo Lima-Este para análisis en suelo y planta.

### 2.4.2 Validez y confiabilidad

La validez está definida como el grado en que un instrumento funcione en la medición de un determinado parámetro (Soriano, 2015, p.625) y la confiabilidad refiere al objeto de estudio medido repetidas veces generando los mismos resultados (Morales, 2008, p.28). La investigación empleó equipo validados por el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Lima Este, los cuales se encuentran calibrados a fin de generar resultados estables (tabla 4). Así mismo, para mayor exactitud de los datos cuantitativos el estudio consideró 3 réplicas por tratamiento

Tabla 4: Validación de equipos para análisis de parámetros fisicoquímicos.

Equipo	Concepto	Modelo/serie	Imagen
Potenciómetro	Es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrogeno en soluciones que contienen agua indicando el alcance ácido o alcalino en dicha solución. La técnica es empleada para medición en suelo y en agua (Westcott, 1978, p.254).	HANNA/ HANNA	
Conductímetro	Es un equipo que mide la resistencia eléctrica de una solución indicando la concentración de componentes ionizados presentes, la solución permite establecer una estimación de la cantidad de sales que contiene (Rhodes, 1996, p.102).	BASIC/ D7012292	
Balanza Analítica	La balanza analítica es un instrumento de medida más empleado en los laboratorios y de la cual dependen la gran parte de resultados (Amaya et al, 2016, p.512).	AES200/ 65875	

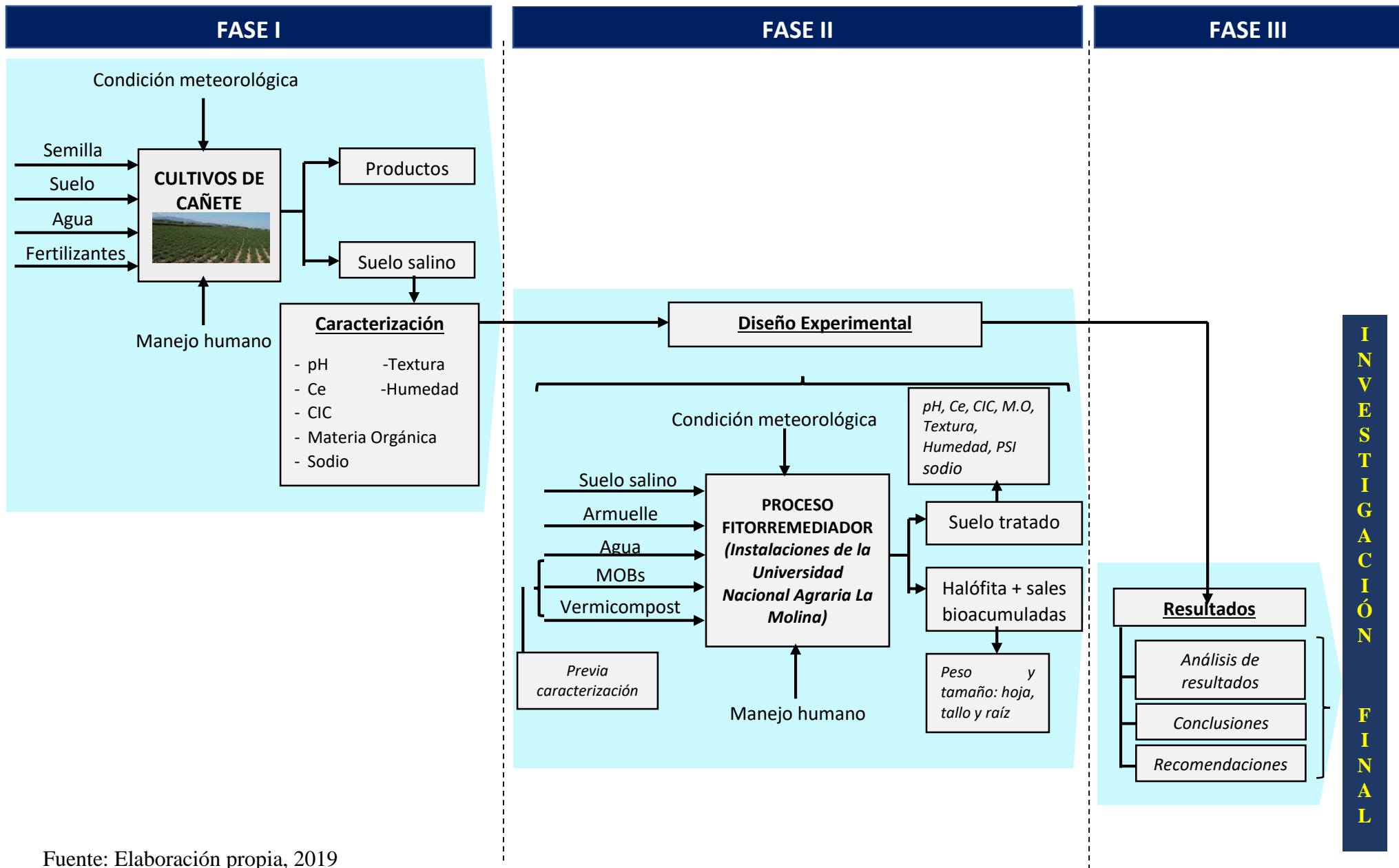
Estufa	Instrumento empleado para eliminar humedad de los sólidos, por lo que es empleado en la determinación de la humedad por método gravimétrico en suelo, evaporando el agua contenida en la muestra a 105 C (Chapman y Pratt, 1961, p.69).	DAF/43Lt	
Mufla	La mufla es un equipo de alta temperatura que se usa para la calcinación o el secado de sustancias. La materia orgánica se determinó mediante combustión en seco, calcinando la muestra en un horno mufla a 540°C por un periodo de 2 horas, según la metodología por pérdida de ignición. (Crespo, Castaño y Capurro, 2007, p.231).	NOBER THERM	
Agitador Magnético	El agitador magnético es un equipo el cual agitar fluidos dentro de un recipiente mediante el movimiento rotatorio de un metal cilíndrico inducido magnéticamente por un imán (Riehn et al., 2013, p.).	TS F100/ TSF100	
Espectro fotómetro UV-Visible	El espectrofotómetro es usado en el laboratorio para determinar la concentración de una sustancia en una solución,(Lobkowicz, y Melissinos A.,1975, p.471)	TERMO FISHER/ G10S UV VIS	

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 2.5 Procedimiento

La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria la Molina - UNALM y se consideró tres etapas: la etapa I consistió en la caracterización de la muestra de suelo, etapa II abarcó el procedimiento experimental: la elaboración de la enmienda orgánica, fortificación del suelo, siembra de la *Atriplex hortensis* y los análisis de laboratorio, finalmente la etapa III u obtención de resultados, análisis estadísticos y conclusiones al paso de 49 días del tratamiento (gráfico 1).

Gráfico 1: Método de investigación



Fuente: Elaboración propia, 2019

## **2.5.1 Elaboración de enmiendas orgánicas**

### **Elaboración de vermicompost**

Se recolecto residuos orgánicos del distrito de La Victoria (mercado mayorista de Lima, Perú) se recogió un promedio de 30 kg para ser digeridos por 1 kilo de lombrices californianas (aprox. 1 000 unidades de *fétidas*) siguiendo la metodología de la FAO para la producción de humus (2013. p.5). A los tres meses se cosechó el humus, obteniendo 9 kg de vermicompost. Este proceso fue monitoreado a lo largo de la producción midiendo la temperatura (termómetro láser) y la humedad (prueba de puño) para ser aplicado en la parcela a una proporción 2% del peso del cultivo (Kuldeep y Rana, 2014, p.94).

### **Preparación del caldo de Microorganismo Benéficos (MOBs)**

Se seleccionó y aisló una muestra biológica de Microorganismos Benéficos: Col Fresca (500 gr.), Hígado de Pollo (100 gr.) y melaza (316 ml.) (UNALM, 2017. p.11). Los ingredientes fueron triturados y mezclados con agua destilada (1L), se agregó melaza hasta los 24° brix y se selló en una bolsa ziploc para evitar el ingreso del aire (proceso anaeróbico). Al paso de 7 días la mezcla se convirtió en el inóculo madre, el cual fue activado en 40 litros de chancaca diluida a 24° brix para ser aplicados con agua de riego por aspersión a 100:800 ml. cada 7 días (Zhang, Wang, Liu, 2015. p.116).

## **2.5.2 Caracterización de enmiendas orgánicas: Vermicompost y MOBs**

Se tomó una muestra de vermicompost y una de MOBs activados para ser analizados en el laboratorio de “Análisis de Suelo, Planta, Aguas y Fertilizantes” y en el laboratorio de “Ecología Microbiana y Biotecnología – Marino TABUSSO” respectivamente de la UNALM, a fin de conocer sus características fisicoquímicas, la cantidad de nutrientes disponibles y el recuento de aerobios mesófilos variables, mohos y levaduras.

## **2.5.3 Preparación de parcelas**

Se utilizó 12.8 m<sup>2</sup> de área del campo de cultivos experimentales de la Facultad de Ciencia de la UNALM. Inicialmente se hizo excavaciones de suelos de 30 cm. en la cual fue depositada una geo membrana para proteger el suelo de posibles lixiviaciones durante el tratamiento.

Una vez protegido el suelo natural proveído por la universidad, se procedió a hacer divisiones del terreno en pequeñas parcelas de 160 cm x 23 cm donde se depositaron 16 kg de cada suelo salino.

Se aplicó 01 tratamiento y un control dispuesto de la siguiente manera:

T1: Vermicompost +MOBs

Control: sin enmiendas (C)

#### **2.5.4 Preparación de solución patrón para enriquecimiento de suelos**

Se dividió en 30 parcelas con 16 kg de suelo homogenizado cada una, el estudio consideró cinco concentraciones de sodio medidas mediante CE. ( $C_0$ :2.7,  $C_1$ :10.24,  $C_2$ :18.11,  $C_3$ :33.13 y  $C_4$ :37.73) dS/m. La solución patrón se preparó por dilución (6 g/kg de NaCl) y fue aplicada a la concentración más alta ( $C_4$ ) por aspersión empleando la metodología de estabilización de suelos con cloruro de sodio mediante salmuera (Garnica, 2002. p.36). Se dejó reposar por 2 semanas para su estabilización. El proceso se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo sede Lima Este.

#### **2.5.4 Mantenimiento y cosecha**

Se realizó mantenimiento de la humedad, realizando riego diario en hora de la tarde. La cosecha fue realizada cada 7 días, realizando mediciones de peso y longitud en la planta.

#### **2.5.5 Análisis de muestras**

El análisis de los parámetros fisicoquímicos en suelo y de la morfología de la planta (tabla5), se desarrolló en la Universidad César Vallejo sede Lima Este, se recolectó una muestra por cada tiempo en cada parcela. Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo. Para el análisis en planta, se separó en parte aérea (tallo + hojas) y raíz lavando con agua des ionizada hasta quedar limpia de impurezas, mientras que el suelo pasó por una previa preparación de la muestra según la metodología AS-01 NOM-021-RECNAT-2000.

Tabla 5: Metodologías para los análisis en planta/suelo

ANÁLISIS DE SUELO	ANÁLISIS DE PLANTA
<p><b>Conductividad eléctrica (CE), pH y Potencial Redox:</b></p> <p>Para su determinación se consideró 30 gr. de la muestra de suelo, con un extracto acuoso preparado en una relación de 1:2.</p>	<p><b>Altura de la planta</b></p> <p>La altura de la planta se evaluó considerando como punto inicial la base del tallo hasta la parte apical del tallo principal usando la regla (cm) como instrumento de medición.</p>
<p><b>Materia orgánica</b></p> <p>Se determinó mediante el método por pérdida de ignición, para ello se calcinó la muestra de suelo en la mufla de modelo NOBERTHERM a 360°C por 2 horas (INVE-106, 2007. p.121).</p>	<p><b>Peso de la planta (parte aérea y raíz)</b></p> <p>Se realizó el peso en fresco usando la balanza digital y para el peso seco se expuso la muestra en la estufa, por 24 horas a una temperatura de 70 °C (Espinoza, Ortiz y Mendoza, et al., 1998. p.128).</p>
<p><b>Humedad</b></p> <p>Se determinó por el método del secado de estufa, exponiendo la muestra a 105°C por 2 horas (Sheifa, 1993. p.13).</p>	<p><b>Determinación de Sodio (Na<sup>+</sup>)</b></p> <p>Se determinó en parte aérea (hoja, tallo) y raíz de la planta, a través del análisis de espectrofotometría por extracción de absorción atómica. Para realizar el análisis se digesto previamente la muestra, para ello se descompuso el tejido por calcinación y se aplicó CaCl<sub>2</sub> a 0.01M, a fin de convertir el elemento en forma más soluble (Benton, 1989, p.11).</p>
<p><b>Capacidad de intercambio catiónico (CIC)</b></p> <p>Se realizó mediante el método de saturación de acetato de amonio empleando 5 gr de la muestra suelo (Sheifa, 1993, p.32).</p>	
<p><b>Sodio (Na<sup>+</sup>) Cambiable</b></p> <p>El Na<sup>+</sup> se determinó por extracción cuantificada por espectrofotómetro de absorción atómica (Sheifa, 1993, p.13).</p>	

Fuente: Elaboración Propia ,2019

## 2.6 Métodos de análisis de datos

Todos los parámetros fueron analizados utilizando la estadística descriptiva mediante el software EXCELL (2013) para determinar el modelo de crecimiento de la planta por efecto de la salinidad. Se realizó además un análisis de relación de componentes principales

aplicando el software JAMOVI (1.0.7.0) para conocer cómo interactúan los componentes visualizado mediante el diagrama de redes JASP (0.11.1.0), se realizó la prueba T de muestras emparejadas y la normalidad (Shapiro-wilk).

## **2.7 Aspectos éticos**

La investigación “Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019”, muestra información de total certeza para contribuir a la solución del problema expuesto en la provincia de Cañete, cada uno de los procedimientos empleados han demostrado resultados reales enmarcados dentro del aspecto ético, del respeto y de la valoración del ambiente, siendo de gran importancia conservar la ética especialmente como ingeniero ambiental aplicada a la reflexión sobre los deberes y responsabilidades de la humanidad con respecto al ambiente, a los seres abióticos y sobre todo con las generaciones del futuro. Como profesionales buscamos la solución a los problemas logrando un desarrollo sustentable.



### III RESULTADOS

#### *Caracterización preliminar de los suelos originales*

Se analizaron 4 suelos localizados en Cañete en lugares aledaños entre sí, que presentaron diferencias en sus concentraciones salinas durante el mes de Marzo (verano austral, 2019).

Las concentraciones halladas fueron las siguientes:

Tabla 6: *Análisis preliminares*

Parámetros	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 4
pH	7.11	7.5	7.81	8.22
Ce_dS/m	2.7	10.24	18.11	33.13
Na_	0.18	0.79	1.24	2.34
Textura	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Ar. A.

Fr. Ar.: Franco arcilloso; Fr. Ar. A.: Franco arcilloso arenoso; Fr.: Franco

Fuente: Elaboración Propia, 2019

#### *Caracterización Inicial de suelos enriquecidos sin enmiendas ni MOBs*

Los suelos empleados en la investigación presentan una CE en un rango ascendente de 2.7 a 37.73 dS/m, el estado de Na<sup>+</sup> en la mayor concentración (C<sub>4</sub>) es de 2.65 meq/100g. El pH se presentó un rango de suelos neutros con tendencias alcalina a lo largo de las concentraciones (7.11 – 8.41) (tabla 7).

Tabla 7: *Resultados de análisis de caracterización Inicial de suelos*

Parámetros	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
pH	7.11	7.5	7.81	8.22	8.41
Ce_dS/m	2.7	10.24	18.11	33.13	37.73
Eh_mv	-32.27	-51.23	-52.77	-74.93	-75.17
MO_%	9.36	8.49	8.26	7.15	5.6
Hd_%	13.74	9.39	6.52	3.29	1.25
Na_	0.18	0.79	1.24	2.34	2.65
CIC	18.21	16.53	16.09	13.91	10.86
Textura	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Ar.	Fr. Ar. A.	Fr. Ar. A.

C<sub>0</sub>: Concentración 0; C<sub>1</sub>: Concentración 1; C<sub>2</sub>: Concentración 2; C<sub>3</sub>: Concentración 3;

C<sub>4</sub>: Concentración 4

Fuente: Elaboración propia, 2019

#### *Caracterización de enmiendas Orgánicas:*

El vermicompost presentó un pH de 7,73, mientras que los MOBs 3.01 (tabla 8). El contenido de materia orgánica presente en el vermicompost fue de 26.25%, enmienda con un buen

contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1.47%), mientras que para los MOBs la MO, se reveló en un valor de 89.88 g/l.

Tabla 8: *Características principales de enmiendas orgánicas.*

Parámetro	Unidad	Vermicompost	Unidades	MOBs
pH	-	7.73	-	3.01
C.E	dS/m	8.2	dS/m	9.00
M.O	%	26.25	g/L	89.88
N	%	1.47	mg/L	1428.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	3.06	mg/L	325.63
K <sub>2</sub> O	%	1.46	mg/L	909.00
CaO	%	10.15	mg/L	81.00
Na	%	0.29	mg/L	6.10

Fuente: Laboratorio de Suelo, Plantas, Agua y Fertilizante – UNALM.

El análisis microbiológico (tabla 9) reportó un mayor número de aerobio mesófilos variables de 19x10<sup>6</sup>, presentes en la solución microbiana.

Tabla 9: *Recuento de Microorganismos Benéficos – MOBs*

Análisis Microbiológico	Unidad	Cantidad
Recuento de Aerobios Mesófilos Variables	UFC/ml	19x10 <sup>6</sup>
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/ml	78x10 <sup>5</sup>

Fuente: Informe de Ensayo N° 1910415 – LMT - UNALM.

### ***Caracterización de los suelos contaminados en tratamiento***

Se detectaron diferencias entre el grupo control y tratamiento: vermicompost + MOBs (tabla 10), el grupo tratamiento presentó un menor pH en un rango de 6,66 a 6.96 post-tratamiento en comparación con el grupo control (6.9 – 8.25) a lo largo de las concentraciones y tiempo. El estado de la M.O. mostró una ligera descomposición en los primeros 15 a 20 días del tratamiento, y posteriormente un leve incremento en las parcelas con enmiendas orgánicas con un valor máximo de 11.89. la CE se redujo en el suelo a partir de la segunda y tercera cosecha, manteniéndose a lo largo del tiempo en control y tratamiento. Sin embargo, la reducción fue mayor en el tratamiento y C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>, (3.59, 8.40, 22.87 dS/m.) respectivamente.

*Tabla 10: Resultado de análisis de pH, Eh, M.O, Hd, CE y PSI.*

t/ días		Concentración 0		Concentración 1		Concentración 2		Concentración 3		Concentración 4	
		Trat.	Cont.	Trat.	Cont.	Trat.	Cont.	Trat.	Cont.	Trat.	Cont.
0	pH	7.19	7.09	7.50	7.30	7.81	7.73	8.19	8.13	8.37	8.35
	Eh	-46.00	-32.73	-46.67	-51.23	-69.70	-52.77	-87.10	-74.93	-85.27	-75.17
	MO	10.86	9.36	10.22	8.49	9.60	8.26	9.25	7.15	6.43	5.60
	Hd	15.05	13.74	12.52	9.39	8.91	6.52	5.61	3.29	2.00	1.25
	CE	2.14	2.70	7.81	10.24	12.8	18.11	27.13	33.13	32.53	37.73
	PSI	0.045	0.085	0.11	0.31	4.98	7.75	10.49	16.85	18.19	24.39
49	pH	6.66	6.90	6.81	7.11	7.03	7.56	7.48	7.79	7.92	8.25
	Eh	-22.97	-20.70	-29.23	-27.63	-38.90	-44.77	-58.90	-62.27	-63.70	-68.4
	MO	11.89	9.12	11.52	8.42	10.71	8.04	10.39	6.81	7.51	5.42
	Hd	17.07	13.61	14.51	9.19	10.73	6.51	7.47	3.75	3.81	1.25
	CE	0.014	1.09	3.59	8.15	8.40	15.99	22.87	31.06	29.99	36.73
	PSI	16.36	0.31	0.91	2.80	3.10	5.49	7.47	13.52	14.84	24.29

pH: potencial de Hidrogeno; Eh: potencial redox; MO: materia orgánica; Hd: humedad; CE: Conductividad Eléctrica; Trat: tratamiento; Cont.: Control.

Fuente: Elaboración propia, 2019

***Bioacumulación de Na<sup>+</sup> en el vegetal y en el suelo al principio y al final del experimento***

El Na<sup>+</sup> acumulado en la *A. hortensis* durante los 49 días de tratamiento fue mayor en la parte aérea que en la raíz (tabla 11). En la C<sub>2</sub> enmendada, el índice de acumulación de Na<sup>+</sup> fue mayor (0.48 mg/l.) en comparación con las concentraciones restantes.

Tabla 11: Resultado de análisis de Na<sup>+</sup> en suelo y planta.

Concentraciones		0_días_meq/100g	49_días_meq/100g	0_días		49_días	
				Na <sup>+</sup> _aéreo_mg/l	Na <sup>+</sup> _raíz_mg/l	Na <sup>+</sup> _aéreo_mg/l	Na <sup>+</sup> _raíz_mg/l
C <sub>0</sub>	Trat.	0.15	0.01	0	0	0.01137	0.00210
	Cont.	0.18	0.08	0	0	0.0090	0.00173
C <sub>1</sub>	Trat.	0.59	0.26	0	0	0.0156	0.0046
	Cont.	0.79	0.59	0	0	0.01313	0.0021
C <sub>2</sub>	Trat.	0.90	0.59	0	0	0.16253	0.0061
	Cont.	1.24	1.04	0	0	0.01913	0.0053
C <sub>3</sub>	Trat.	1.89	1.60	0	0	0.16033	0.0067
	Cont.	2.34	2.16	0	0	0.02483	0.0036
C <sub>4</sub>	Trat.	2.28	2.10	0	0	0.00813	0.0032
	Cont.	2.65	2.56	0	0	0.00347	0.0023

Trat.: Tratamiento; Cont.: Control, C<sub>0</sub>: Concentración 0; C<sub>1</sub>: Concentración 1; C<sub>2</sub>: Concentración 2; C<sub>3</sub>: Concentración 3; C<sub>4</sub>: Concentración 4

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### Resultado de comparación de tratamiento vs control

Tabla 12: Prueba T de muestras emparejadas:

		statistic	df	p	Mean difference	SE difference	95% Confidence Interval		Cohen's d
							Lower	Upper	
*	* Student's T	-2.18	199	0.030	-0.155	0.0711	-0.295	-0.0148	-0.154

\*C .: Control ; \*T.: tratamiento

Fuente: Elaboración Propia,2019

*Tabla 13: Test de Normalidad (Shapiro-Wilk)*

Test of Normality (Shapiro-Wilk)				
			<b>W</b>	<b>p</b>
"CONTROL"	-	"TRATAMIENTO"	0.275	< .001

Descriptives

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>
"CONTROL"	200	0.736	0.00440	2.70	0.191
"TRATAMIENTO"	200	0.891	0.00480	3.65	0.258

Fuente: Elaboration Propia, 2019

Se observa en la tabla *N° 12* la comparación entre las parcelas tratamiento las cuales contienen la aplicación de Vermicompost y MOBs + planta y las parcelas control que solo tienen planta mostrando un  $p < 0.05$  siendo muy significativo el tratamiento empleado en los suelos contaminados. Además la *Tabla N°13* indica la test de normalidad (Shapiro-wilk)  $p < 0.001$

***Remoción de Na<sup>+</sup> en suelo***

La remoción de Na<sup>+</sup> en suelo indicó un mayor porcentaje en el grupo tratamiento y el grupo control, encontrándose la mayor remoción en el tratamiento de la C<sub>0</sub> con 95.11 % y la menor en el tratamiento de la C<sub>4</sub> con 7.91 %.

Tabla 13: *Remoción de Na+ en suelo*

<b>%Remoción</b>	
Concentraciones	Tratamiento
C0 : 95.11 %	CCO : 56.19 %
C1 : 55.37 %	CC1 : 25.74 %
C2 : 34.81 %	CC2 : 15.86 %
C3 : 15.02 %	CC3 : 7.82 %
C4 : 7.91 %	CC4 : 3.40 %

Fuente: Elaboración Propia,2019

## IV. DISCUSIÓN

### *Enmiendas Orgánicas:*

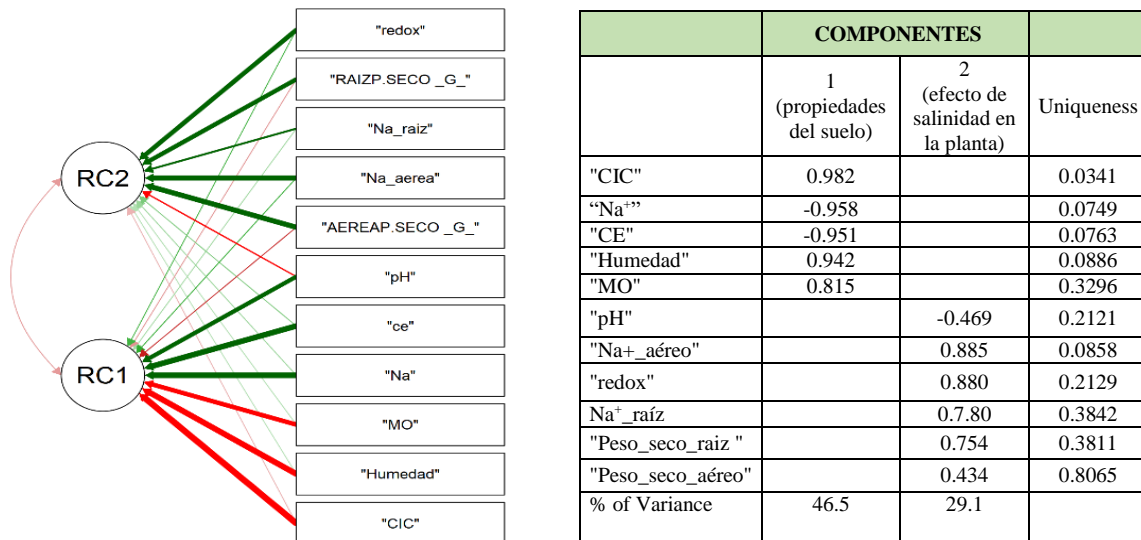
La Norma técnica Colombiana NTC 5167 ha informado que el pH para productos utilizados como abonos orgánicos debe encontrarse en un rango de 4-9, lo que confirma este estudio. Los resultados indicaron valores de pH: 7.73, CE: 0.82 dS/m y M.O: 26.25% (tabla 8) para vermicompost. Duran y Henríquez confirman estos valores como esperables en abonos orgánicos maduros y estables. (2010. p.87). El estudio evidenció un mayor contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, en el vermicompost, debido a los restos de desechos como col, como lo han informado estudios anteriores (Hanc, Enev y Hrebeckova, et.al., 2019, p.2).

La población fúngica de mohos y levaduras aportaron gran contenido de materia orgánica al igual que lo descrito por Thompson y Troeh, debido al predominio de suelos ricos en restos vegetales y orgánicos (1988, p.523), indicando gran contenido de materia degradable.

### *Impacto de tratamientos en el suelo*

Con la finalidad de conocer como interactúan los parámetros fisicoquímicos del estudio se realizó el diagrama de redes, con un  $p < 0.001$ , que revela estadísticamente una enorme significancia. Como se observa en el diagrama de acuerdo al cuadro principal (grafico 2) se han obtenido dos componentes principales: RC1, denominado “propiedades del suelo” que agrupa los parámetros de pH, CE, Na<sup>+</sup>, M.O, Humedad y CIC, mientras que el RC2, designado “efectos de salinidad en la planta” congrega al potencial redox, peso seco y Na<sup>+</sup> acumulado en la parte aérea y raíz. Esta técnica estadística permite conocer la interacción entre las propiedades fisicoquímicas del suelo y planta.

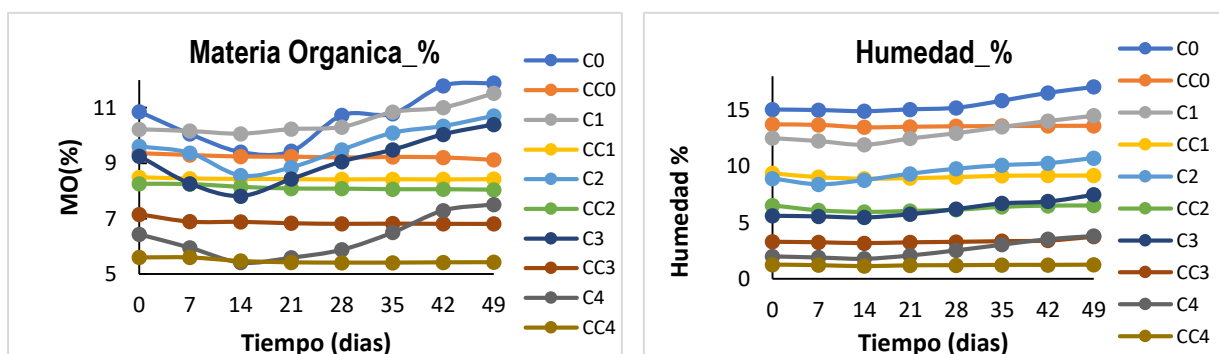
Gráfico 2: Diagrama de análisis de componentes principales



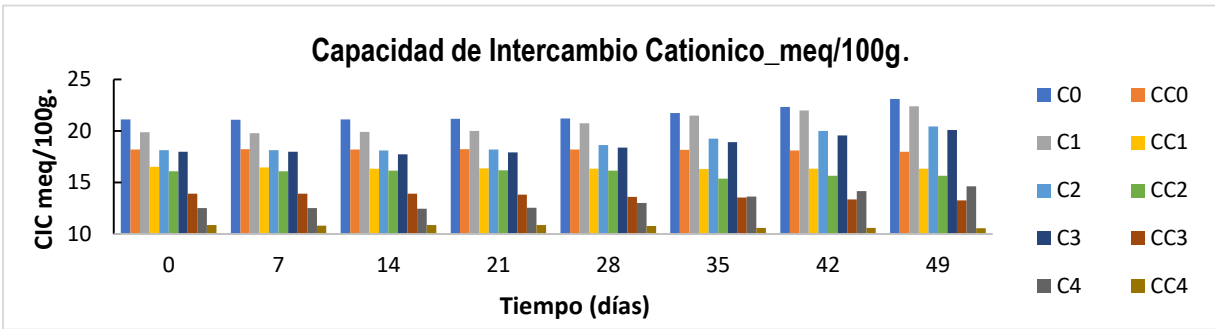
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Informes anteriores indicaron que las enmiendas orgánicas aplicadas a los suelos como los MOB, reparan la estructura del suelo e incrementa la porosidad (Zhang, Wang y Liu, 2015, p.5). lo que explica el ascenso de la M.O, humedad y la CIC, El aumento de la MO, probablemente incremento el porcentaje de humedad ya que mejo ya que su espacio poroso. La CIC también se vio influenciada, dado que la M.O actúa como un ion de carga negativa reteniendo cationes (Garrido, 1994, p.23). Los componentes de Na<sup>+</sup> y Ce (grafico 3), se vieron influenciados por la reducción en el potencial de hidrogeno, la disminución del pH solubiliza algunos compuestos, entre ellos el Na<sup>+</sup>, lo que permite su absorción por la halófitas, y en consecuencia reduce la CE (Sastre, 2015, p.23). La reducción de las sales en la etapa inicial del tratamiento orgánico de vermicompost + MOB, se debió en gran parte al incremento de M.O (Wu, 2017, p.10) y al riego constante y mantenimiento de la humedad (Qadir, Ghafoor y Murtaza, 2001, p.203).

Gráfico 3: Determinación de MO, Humedad y la CIC





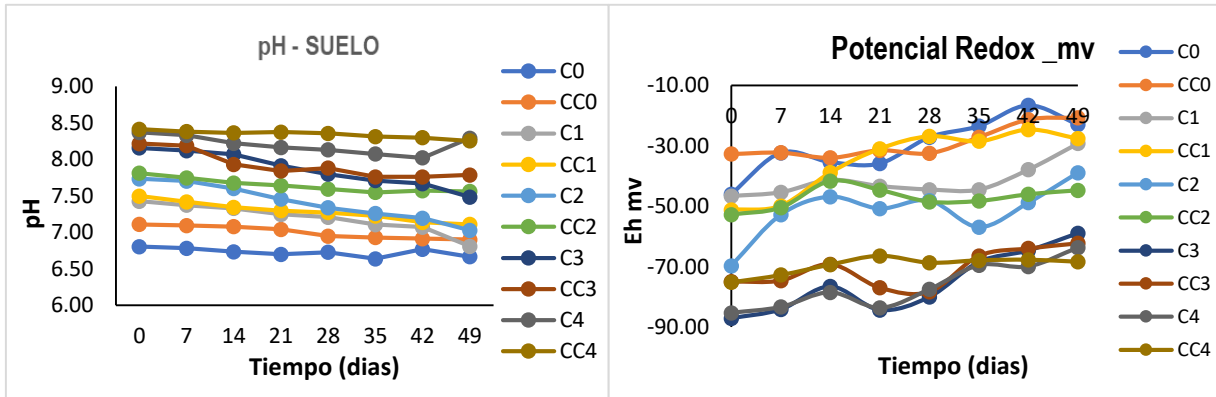


C0: Concentración 0; CC0: Control 0 de la concentración 0; C1: Concentración 1; CC1: Control 1 de la concentración 1, C2: Concentración 2; CC2: Control 2 de la concentración 2, C3: Concentración 3; CC3: Control 3 de la concentración 3; C4: Concentración 4; CC4: Control 0 de la concentración 4.

Fuente: Elaboración propia, 2019

El pH presentó una relación inversa con el potencial redox, debido a que su disminución contribuyó a observar un potencial reductor con tendencia oxidante (gráfico 4), El pH influye debido a que se producen precipitaciones de algunos iones en el sistema, cambiando la relación de concentraciones.

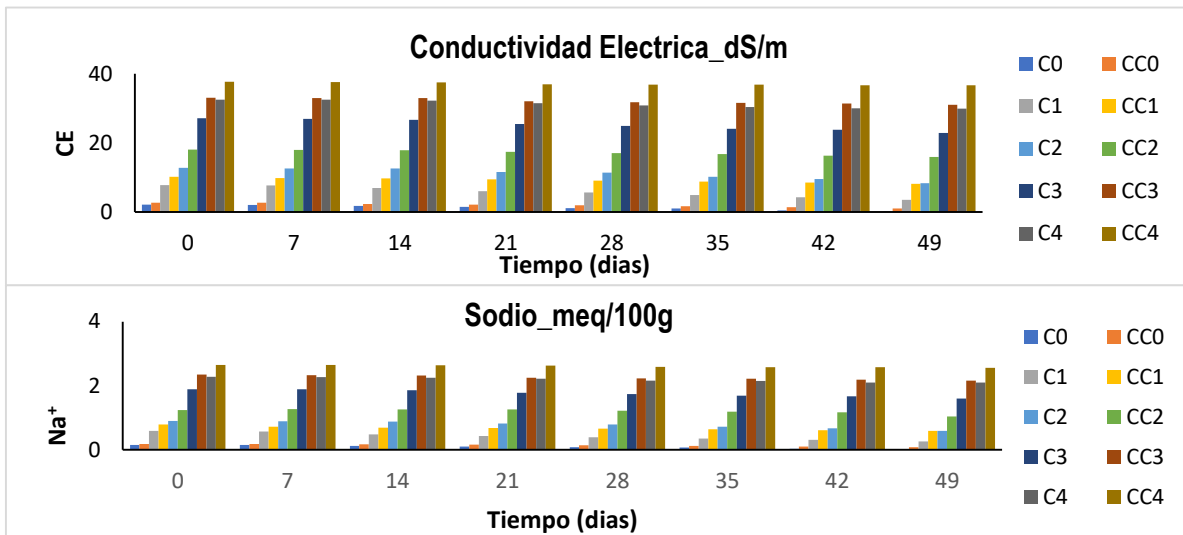
Gráfico 4: *Determinación de pH y Eh*



Fuente: Elaboración propia, 2019.

La aplicación de enmiendas orgánicas, promovió un descenso de la CE del suelo (gráfico 5), con valores iniciales en las C0 y C4 de 2.14 a 37.73 dS/m. respectivamente, observándose una reducción a lo largo del tiempo de 0.0139 a 36.7 dS/m. en las mismas concentraciones lo cual ha sido ampliamente informado por Wu, indicando valores de reducción de CE. de 7.44 a 2.80 para el biofertilizante y 3.17 para vermicompost (2017. p.8). El sodio acumulado en el suelo disminuyó a lo largo de tiempo en relación a la CE. (Suair et al., 2016. p.188).

Gráfico 5: *Determinación de CE., Na<sup>+</sup>*

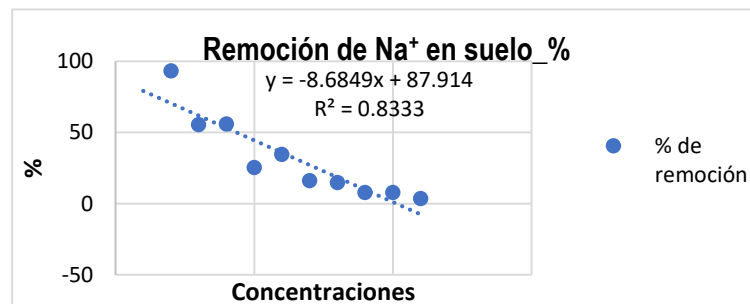


Fuente: Elaboración propia, 2019

### **Remoción de Na<sup>+</sup> en suelo**

La remoción de Na<sup>+</sup> en suelo tiene una correlación de 0,83, que indica el grado de asociación entre las variables de porcentaje de remoción del contaminante en suelo vs las cinco concentraciones de los grupos control y tratamiento siendo directamente proporcionales, en tal sentido Juang, Lai y Chen indicó que la fitoextracción logra disminuir las tasas de remoción de contaminantes en el suelo (2011, p.828).

Gráfico 6: *Remoción de Na<sup>+</sup> en suelo*

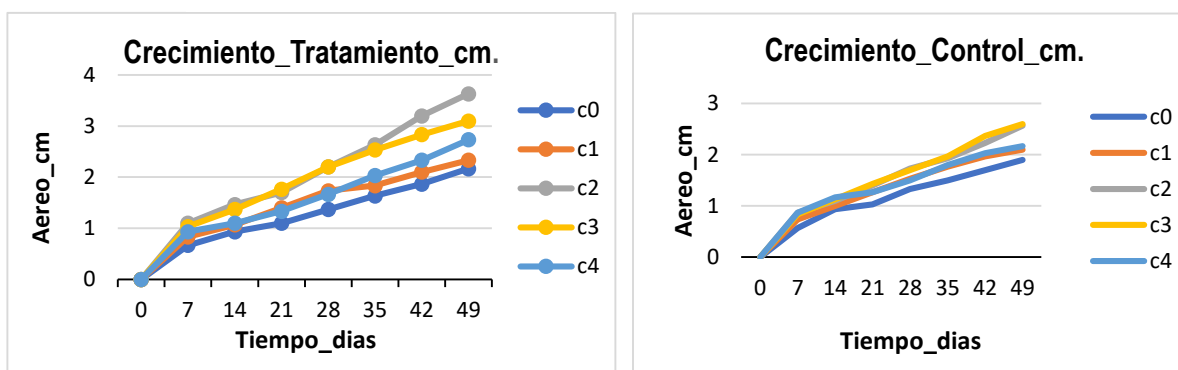


Fuente: Elaboración propia, 2019

### ***Crecimiento de la Atriplex hortensis***

Los resultados evidenciaron un mayor crecimiento en la parte aérea de la *A. hortensis* a lo largo de los 49 días de tratamiento en las distintas concentraciones, con tendencia ascendente (gráfico 7). El mayor valor se reportó en la C<sub>3</sub> del tratamiento con 3.1 cm., lo que concuerda con De Souza, dos Santos y da Cunha en el crecimiento de la *A. Nummularia* de manera constante hasta 66 días después del trasplante, el tamaño ascendió de 32.63 cm. hasta 77.06 cm. (2012. p.24). Las halófitas como las *A. Hortensis*, pueden resistir a altas concentraciones de salinidad y todavía desarrollarse normalmente (Glenn, et al., 2012, p.66), esto explica el desarrollo lento de la halófitas en los grupos controles sin ser enmendados.

Gráfico 7: Crecimiento de la *A. Hortensis* en parte aérea

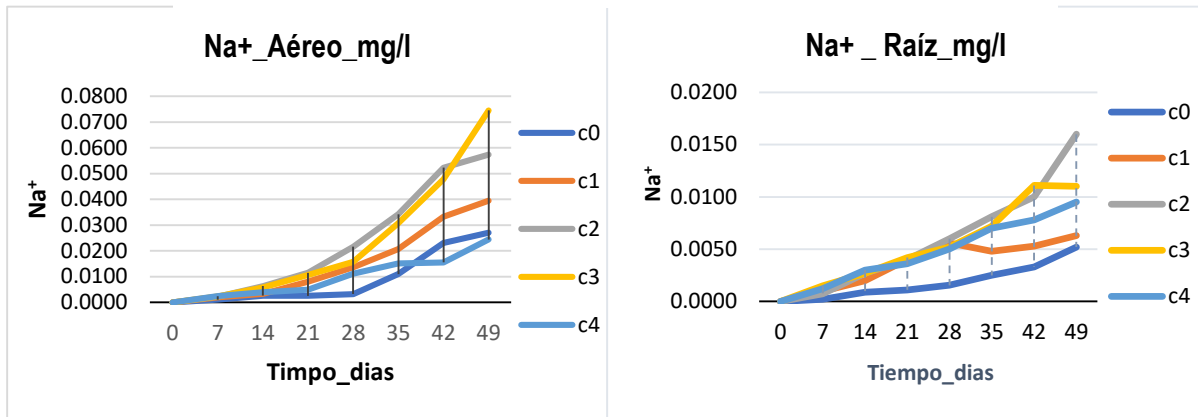


Fuente: Elaboración propia, 2019

### ***Na<sup>+</sup> en parte aérea y raíz***

Las altas concentraciones de Na<sup>+</sup> son nocivos para los glicofitos, así como para los halófitos, por lo que se debe evitar su exposición de las especies a este medio (Flowers y Colmer, 2008, p.121) esto difiere con los resultados obtenidos, donde la *Atriplex hortensis* logró desarrollarse en un medio salino en concentraciones máximas de 37 dS/m. probablemente influenciado por los mecanismos de tolerancia de sales desarrollados en las halófitas (Munns y Tester, 2008. p.203). La *A. hortensis* presentó una tendencia ascendente al secuestro de Na<sup>+</sup> influenciado por su capacidad de acumulación vacuolar del Na<sup>+</sup> periférico mitigando la elevación del Na<sup>+</sup> citosólico, que permite supervivencia (Wu, 2018, p.217). la acumulación de sodio en la planta fue más pronunciada a partir de la segunda semana de tratamiento, Suaire reporta las mayores concentraciones de Na<sup>+</sup> en partes aéreas dentro de los primeros 30 días de estudio, incrementándose a lo largo del gradiente de salinidad (2016, p.186).

Gráfico 8: *Secuestro de Na<sup>+</sup> en la Halófito A. Hortensis*



Según la Tabla N°12 los valores  $p < 0.05$  mostrándose la diferencia significativa entre las parcelas tratamiento con aplicación de vermicompost + MOBs y las parcelas control que no contienen enmienda. La incorporación de enmiendas orgánicas al suelo salino son beneficiosas en términos químicos especialmente al aumentar el nivel de nutrientes como el carbono, el nitrógeno y fósforo. Asimismo la aplicación de biofertilizantes como la inoculación de microorganismos resulta reduciendo de manera eficaz la CE del suelo y aumenta la materia orgánica. (Wu, 2017, p.99)

## V. CONCLUSIONES

La fitorremediación aplicando enmiendas orgánicas es capaz de recuperar suelos salinos, optimizando la estructura del mismo mediante el incremento de materia orgánica y mejora de las propiedades fisicoquímicas, fomentando la actividad microbiana del suelo y en base a los mecanismos de tolerancia a la sal por parte de la especie Fito desalinizadora: *Atriplex Hortensis*. La investigación evaluada durante 49 días es significativa con un  $p < 0.030$  lo que demuestra que la aplicación de un tratamiento (vermicompost +MOBs) a diferencia de las parcelas control enmienda suelos salinos provenientes de la provincia de Cañete.

- La aplicación de enmiendas orgánicas como el vermicompost y la enmienda líquida (MOBs) producidas a partir de residuos sólidos orgánicos pueden considerarse como un potencial modificador de las propiedades fisicoquímicas del suelo. La aplicación los MOBs trascendió en un descenso de la CE del suelo, mediante la añadidura de materia orgánica que acelera la solubilidad del  $\text{Na}^+$ , reduciendo el PSI durante los primeros 30 días del tratamiento e incrementando la CIC y humedad lo largo del tiempo.
- Las enmiendas líquidas como asistencia a procesos fitorremediadores resultan en reducción rápida de sales, debido a su alto porcentaje de materia orgánica que contribuye para el secuestro de  $\text{Na}^+$  por la halófito, incrementando la biomasa en la parte aérea más que en la raíz de la *A. hortensis* lo largo del tratamiento en las distintas concentraciones. La longitud de la *A. hortensis* llegó hasta 3.63 cm en tratamiento y 3.1 cm en control, observando una ligera variación entre el grupo tratamiento y el grupo control a lo largo del tiempo, influenciado por la aplicación de enmiendas, que adhiere contenido de materia orgánica, mejorando la estabilidad y crecimiento de biomasa en la planta. El  $\text{Na}^+$  acumulado en la *Atriplex hortensis* durante los 49 días de tratamiento fue mayor la C2, con un índice de acumulación de 0.48 mg/l. de  $\text{Na}^+$  en la parte aérea de la planta.
- Se determinó que la remoción de  $\text{Na}^+$  en el suelo por la especie *A. hortensis* presentó un mayor porcentaje en la  $C_0$  de 95%, esto debido a la que la mínima concentración de sal presente en el sustrato contribuyó a un mejor secuestro del contaminante.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda un mayor tiempo de estudio con un mínimo de tres meses, a fin de poder visualizar un posible decaimiento de la biomasa y el punto máximo de absorción de la especie *Atriplex hortensis* cualquier otra especie empleada en el estudio, de preferencia halófito, debido a su alta capacidad para fitorremediar suelos salinos
- Existen escasos estudios de sistemas suelo, agua y planta, por lo que se recomienda considerar el sistema en mención como unidad de análisis a fin de obtener una investigación completa y de gran importancia para la sociedad. Así mismo este tipo de análisis llenará un vacío científico, aportando conocimientos teóricos prácticos.
- Se recomienda evaluar en futuras investigaciones las características biológicas del suelo a lo largo del tiempo, con el propósito de poder explicar reacciones en el sistema de análisis.
- Implementar normas técnicas u estándares de calidad de enmiendas orgánicas a fin de conocer los requerimientos mínimos que se deben obtener en la elaboración de abonos orgánicos y el uso que se le puede dar, considerando la calidad del producto.

## REFERENCIAS

- A comparative study of the early osmotic, ionic, redox and hormonal signaling response in leaves and roots of two halophytes and a glycophyte to salinity por Hasna Ellouzi [et al]. *Planta* [En línea]. Agosto 2014 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019]. Disponible en: [10.1007/s00425-014-2154-7](https://doi.org/10.1007/s00425-014-2154-7)
- ADAPTATION of sugarcane plants to saline soil por Danise Chiconato [et al]. *Environmental and Experimental Botany*. [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.envexpbot.2019.02.021](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.02.021)
- ADOLF, Verena, JACOBSENA, Sven y SERGEY, Shabala. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany* [en línea]. 2013 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2019]. Disponible en: doi: [10.1016/j.envexpbot.2012.07.004](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.004)
- ALI, Hazrat, EZZAT, Khan y MUHAMMAD, Anwar. Phytoremediation of heavy metals Concepts and applications. *Chemosphere* [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 19 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.chemosphere.2013.01.075](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075)
- AMENDMENT plan, agricultural plaster, improved compost and enriched with EM and earthworm humus, to improve the soil por Manuel Damian [et al] 2018 [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: [www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf)
- APPLYING hyperspectral imaging to explore natural plant diversity towards improving salt stress tolerance Oksana [et al] Sytar *Science of The Total Environment*, [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.014>
- ATTRIBUTION of crop yield responses to application of organic amendments: A critical review por Corinne Celestina [et. al]. *Soil and Tillage Research* [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.still.2018.10.002](https://doi.org/10.1016/j.still.2018.10.002)
- BAGHEL, R y SAHU, D. Vermicomposting una empresa económica para el manejo de nutrientes y desechos para la agricultura rural En t. *J. Curr. Microbiol.* [En línea]. 2018 [fecha de consulta: 7 de mayo de 2019]
- BATRA, Lalita y MANNA, M. Dehydrogenase activity and microbial biomass carbon in salt-affected soils of semiarid and arid regions. *Arid Soil Research and*

- Rehabilitation [en línea]. Enero 1997 [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2019].  
Disponible en: 10.1080/15324989709381481
- BENTON, Jones. Plant Analysis Techniques. Benton.Jones Laboratories [En línea]. 1989  
[Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [www.e-reading.club/bookreader.php/136339/Kalra\\_Handbook\\_of\\_Reference\\_Methods\\_for\\_Plant\\_Analysis.pdf](http://www.e-reading.club/bookreader.php/136339/Kalra_Handbook_of_Reference_Methods_for_Plant_Analysis.pdf)
- Berettino, D y Loredó, J. Acidificación de suelos y aguas: problemas y soluciones. [en línea]. 7 ed. Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España, 2005 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019].
- BIOMASS, anatomical changes and osmotic potential in *Atriplex nummularia* Lindl. cultivated in sodic saline soil under water stress por Edivan De Souza [et al]. Environmental and Experimental Botany [En línea] Marzo 2012 [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.envexpbot.2012.03.007
- BIOREMEDIATION of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) present in biomass fly ash by co-composting and co-vermicomposting por Zdenek Kosnar [et al]. Journal of Hazardous Materials [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 14 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/j.jhazmat.2019.02.037
- BORJAS, Ricardo; REBAZA, Diana y JULCA, Alberto. Water content of two olive varieties (*Olea europaea* L.) in the Cañete Valley, Lima-Peru. Scientia Agropecuaria [En línea]. Mayo 2015 [Fecha de consulta: 13 de junio de 2019]. Disponible en: 10.17268/sci.agropecu.2015.03.01
- BOUCHER. Chenopodiaceae. [En línea]. 1909 [Fecha de consulta: 13 de junio de 2019].  
Disponible en: [www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/02\\_052\\_07\\_Atriplex.pdf](http://www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/02_052_07_Atriplex.pdf)
- CALIBRACIÓN de la balanza analítica por AMAYA, S [et al] Universidad de Pamplona (Facultad de Ingenierías y Arquitectura). [En línea] 2016 [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2019]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/1-balanza-analitica\\_5c9ae75fe2b6f5f14f7cb6b0\\_pdf](https://kupdf.net/download/1-balanza-analitica_5c9ae75fe2b6f5f14f7cb6b0_pdf)
- CARBON-nutrient stoichiometry to increase soil carbon sequestration por Clive Kirkby [et al]. Soil Biology and Biochemistry [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 4 de Julio de 2019] Disponible en: 10.1016/j.soilbio.2013.01.011



- CHAPMAN, H y PRATT, P. *Methods of Analysis for soils, plants, and waters*. University of California. Division of Agricultura: Science [en línea]. 1961 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2019]. Disponible en: [10.12691/wjar-2-1-3](https://doi.org/10.12691/wjar-2-1-3).
- CHARACTERIZATION of humic acids in a continuous-feeding vermicomposting system with horse manure por Alex Hanc [et al]. *Waste Management* [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.wasman.2019.08.032](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.032)
- COMPARACIÓN de la tolerancia a la salinidad de tres *Atriplex* spp. en suelos bien regados y secos por Edward Glenn [et al]. *Botánica ambiental y experimental* [en línea]. 2012 [Fecha de consulta: 03 de Mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016 / j.envexpbot.2012.04.010](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.04.010)
- COMPREHENSIVE comparison of different saline water irrigation strategies for tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality por Jianshe Li [et al] *Agricultural Water Management* [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019] Disponible en: [10.1016/j.agwat.2018.11.003](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.11.003)
- CRESPO, Roberto, CASTAÑO, Jorge y CAPURRO, José. *Forage Drying with Microwave Oven: Effect on Quality Analysis*. *Technical Agriculture* [en línea]. 2007 [fecha de consulta: 2 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.4067/S0365-28072007000200013](https://doi.org/10.4067/S0365-28072007000200013)
- DAZZI, Carmelo, LO, Giuseppe y POMA, Ignazio. *Integrating soil survey, land use management and political ecology: A case study in a border area between Peru and Ecuador*. *Land Use Policy* [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.landusepol.2013.06.003](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.06.003)
- DE-BASHAN, Luz, HOLGUIN, Gina y GLICK, Bernard. *Growth promoting bacteria in plants for agricultural and environmental purposes*. In: *Agricultural microbiology: fungi, bacteria, micro and macro-fauna, biological control, plant-microorganism*. Editorial Trillas México [En línea]. 2007 [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en: [www.researchgate.net/publication/291871471\\_Interacciones\\_entre\\_plantas\\_y\\_microorganismos\\_beneficos](https://www.researchgate.net/publication/291871471_Interacciones_entre_plantas_y_microorganismos_beneficos)
- DEMIDCHIK, Vadim y MAATHUIS, Frans. *Physiological roles of nonselective cation channels in plants: from salt stress to signalling and development*. *New Phytologist*

- [En línea]. Abril 2007 [Fecha de consulta: 4 de Julio de 2019]. Disponible en: [10.1111/j.1469-8137.2007.02128.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02128.x)
- DETECCIÓN de *Trichinella*: identificación y evaluación estadística de las fuentes de error en el método del agitador magnético para la digestión de muestras agrupadas Riehn [et al.]. *Parasitología veterinaria*, [en línea] 2013 [fecha de Consulta 8 de Octubre de 2019]. Disponible en: [10.1016 / j.vetpar.2013.01.03](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.01.03)
- DURÁN, Lolita y HENRÍQUEZ, Carlos. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta [En línea]. 2010 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019] Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v21n01\\_085.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_085.pdf)
- EFEECTO de la aplicación de enmiendas líquidas en el suelo y en el crecimiento de maíz bajo condiciones de invernadero por Garbanzo León [et al.]. *Agronomía Costarricense* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 2 de Julio de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/436/43648865003.pdf>
- EFFECT of Salinity on Vegetative Growth por Nallely Martines [et al.]. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. [en línea]. V°3, 26 de Agosto de 2011. [fecha de consulta: 7 de Julio de 2019] Disponible en: [www.pdf.semanticscholar.org/7a2a/cf172e5062659852712957b4e0cc8abf9b27.pdf](http://www.pdf.semanticscholar.org/7a2a/cf172e5062659852712957b4e0cc8abf9b27.pdf)
- EFFECTS of different amendments for the reclamation of coastal saline soil on soil nutrient dynamics and electrical conductivity responses por Tao Zhang [et al] *Agricultural Water Management* [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 2 de Abril de 2019]. Disponible : [10.1016/j.agwat.2015.06.002](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.002)
- EFFECTS of tillage and broiler litter on crop productions in an eroded soil por Adelia Ardeshir [et al] *Soil and Tillage Research* [En línea] Agosto 2016 [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.still.2016.08.010](https://doi.org/10.1016/j.still.2016.08.010)
- EFFECTS, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes por Muhammad Farooq [et al]. *Plant Physiology and Biochemistry* [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 13 de Abril de 2019] Disponible en: [10.1016/j.plaphy.2017.06.020](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.06.020)
- ELAYARAJA, D. y SINGARAVEL, R. Effect of vermicompost and micronutrients fertilization on the growth, yield and nutrients uptake by sesame (*Sesamum indicum*

- L.) in coastal saline soil. *Internat J agric. Sci* [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019]. Disponible en: [www.researchjournal.co.in/online/IJAS/IJAS%2013\(2\)/13\\_177-183\\_A.pdf](http://www.researchjournal.co.in/online/IJAS/IJAS%2013(2)/13_177-183_A.pdf)
- ESTABILIZACIÓN de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres por Paul Garnica [et al]. Sanfandila [en línea]. 2002 [Fecha de consulta: 6 de Julio de 2019] Disponible en: [www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf](http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf)
- FAO (Organización para la Alimentación Agricultura de las Naciones Unidas) FAOSTAT: statistical database [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: [www.fao.org/fishery/statistics/es](http://www.fao.org/fishery/statistics/es)
- FAO Status of the World's Soil Resources. [En línea]. 2015 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bc601e.pdf>
- FAO. Farmer's composting manual: Experiences in Latin America. Santiago de Chile, Oficina Regional para América Latina y el Caribe [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- FAO. The State Of The World's H Land and Water Resources for Food and Agriculture [En línea]. 2011 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: [www.fao.org/3/i1688e/i1688e.pdf](http://www.fao.org/3/i1688e/i1688e.pdf)
- FARHANGI, Abriz y GHASSEMI, Golezani. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants? *Ecotoxicology and Environmental Safety* [En línea]. 2018 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.ecoenv.2017.09.070](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.070)
- FERTILIZERS and their contaminants in soils, surface water and groundwater por Khan [et al]. *Enciclopedia del antropoceno* [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 24 de Junio de 2019] Disponible en: [10.1016/b978-0-12-809665-9.09888-8](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809665-9.09888-8)
- FLOWERS, Timothy y COLMER, Timothy. Tolerancia a la salinidad en halófitas. *Nuevo fitólogo* [En línea]. 2008 [Fecha de consulta: 12 de Abril de 2019]. Disponible en: [10.1111 / j.1469-8137.2008.02531.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02531.x)
- GARCIA, C, HERNANDEZ, T y COSTA, F. Microbial activity in soils under mediterranean environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry* [En línea]. 18 de Febrero de 1994. [fecha de consulta: 12 de Julio de 2019] Disponible en: [10.1016/0038-0717\(94\)90142-2](https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)90142-2)

- GARRIDO, Soledad. Interpretación de análisis de resultados. Madrid: Rivadeneyra S.A 1994
- GERMINATION and growth of *Atriplex prostrata* and *Plantago coronopus*: Two strategies to survive in saline habitats por Milagros Bueno [et al] *Flora* [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 23 de junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.flora.2016.11.019
- HALOPHILIC bacteria mediated phytoremediation of salt-affected soils cultivated with rice por Gulmeena Shah [et.al]. *Journal of Geochemical Exploration*, [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 30 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.gexplo.2016.03.011
- HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [En línea]. 2010. [Fecha de consulta: 21 de Mayo de 2019] Disponible en: [www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20Edici%C3%B3n.pdf](http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20Edici%C3%B3n.pdf)
- HUSSAIN, M, ALDAKHEEL, A y REIGOSA, M. Genotypic differences in agrophysiological, biochemical and isotopic responses to salinity stress in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants: Prospects for salinity tolerance and yield stability. *Plant Physiology and Biochemistry*, [En línea]. 2018 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/j.plaphy.2018.06.023
- INEI Características Socioeconómicas Del Productor Agropecuario En El Perú - IV Censo Nacional Agropecuario. Perú [En línea] 2014. [Fecha de consulta: 6 de Junio de 2019] Disponible en: [www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf](http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf)
- INVE – Instituto Nacional de Vías. Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición, 2007.
- JULKOWSKA, M y TESTERINK, C. Tuning plant signaling and growth to survive salt. *Trends in Plant Science* [En línea]. 2015 [Fecha de consulta: 24 de Junio de 2019] Disponible en: 10.1016/j.tplants.2015.06.008
- JUNG, Hwansoo, SEWU, Divine y OHEMENG-BOAHEN, Godfred. Characterization and adsorption performance evaluation of waste char by-product from industrial

- gasification of solid refuse fuel from municipal solid waste. Waste Management [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 24 de Junio de 2019] Disponible en: 10.1016/j.wasman.2019.04.053
- KOYRO Hans, AHMAD Parvais y GEISSLER. Abiotic Stress Responses in Plants: An Overview. Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change [En línea] 2012 [Fecha de consulta: 4 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1007/978-1-4614-0815-4\_1
- KULDEEP, Bauddh y RANA Pratap. Effects of organic and inorganic amendments on bio-accumulation and partitioning of Cd in Brassica juncea and Ricinus communis. Ecological Engineering. India [En línea]. 2014 [Fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.ecoleng.2014.10.022
- LAL, R. Soil conservation. Reference Module in Life Sciences [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/b978-0-12-809633-8.02047-1
- LAMZ, Alexis y GONZÁLEZ, María. Salinity as a problem in agriculture: plant breeding an immediate solution [En línea] 2013 [Fecha de consulta: 17 de Mayo de 2019] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000400005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005)
- LARNEY, Francis y ANGERS, Denis. The role of organic amendments in soil reclamation: A review. Canadian Journal of Soil Science. [En línea]. 2012 [Fecha de consulta: 17 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.4141/cjss2010-064
- LEE, Yunhee y OA, Seong. Nutrient transport characteristics of livestock manure in a farmland. International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 5 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1186/2251-7715-2-1
- LIU, Mengli, WANG, Chong y WANG, Fuyou. [et.al]. Maize (Zea mays) growth and nutrient uptake following integrated improvement of vermicompost and humic acid fertilizer on coastal saline soil. Applied Soil Ecology. [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/j.apsoil.2019.04.024
- LOBKOWICZ, F. y MELISSINOS A. Physics for Scientist and Engineers, Philadelphia. W. B. Saunders Company [en línea] 1975 [fecha de consulta: 18 de Junio de 2019] Disponible en:

- [www.iissuu.com/laboratorio\\_hu/docs/manual\\_\\_de\\_mantenimiento\\_para\\_equipos\\_de\\_laborator/122](http://www.iissuu.com/laboratorio_hu/docs/manual__de_mantenimiento_para_equipos_de_laborator/122)
- LÓPEZ, Pedro. Population Sample and Sampling. Scielo: Punto Cero, Cochabamba. [en línea]. V°09, N°08, 2004. [fecha de consulta: 30 de Abril de 2019] Disponible en: [www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf)
- MECHANISMS of tolerance to salinity in plants por Bronwyn Barkla [et al]. [En línea] 2007 [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2019] Disponible en: [www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro\\_25\\_aniv/capitulo\\_23.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_23.pdf)
- MINAM Guía para el Cumplimiento de muestreo de suelos. [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 3 de Julio de 2019] Disponible en: [www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf)
- MINAM, Decreto Legislativo N° 1278. [fecha de consulta: 18 de Mayo de 2019] Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- MIRABELLA, Nadia, CASTELLANI, Valentina, y SALA, Serenella. Current options for the recovery of food manufacturing waste: a review. Cleaner production journal, [en línea]. Noviembre de 2014. [fecha de consulta: 3 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.jclepro.2013.10.051](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051)
- MODELOS de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*prunus persica* L. Batsch) por Espinoza [et al]. 2019 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/42716331-Modelos-de-regresion-para-la-estimacion-del-peso-fresco-y-seco-de-ramas-de-duraznero-prunus-persica-l-batsch.html>
- MOGOLLON, Pastor; MARTINEZ, Alicia. y TORRES, Duilio. Uso de vermicompost para la remediación de suelo salino-sódico. Editorial académica Española, [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 17 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.13140/2.1.1007.9046](https://doi.org/10.13140/2.1.1007.9046)
- Juang, K., Lai, H., y Chen, B. Coupling bioaccumulation and phytotoxicity to predict copper removal by switchgrass grown hydroponically. Ecotoxicology. [en línea] 2011[fecha de Consulta 8 de Octubre de 2019].Disponible en: [doi:10.1007/s10646-011-0635-z](https://doi.org/10.1007/s10646-011-0635-z)

- MORALES, Pedro. La fiabilidad de los tests y escalas. Estadística aplicada a las ciencias sociales. [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 29 de Junio de 2019]. Disponible en: <http://web.upcomillas.es/personal/peter/estadisticabasica/Fiabilidad.pdf>
- MUNNS, Rana y TESTER, Mark. Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.* [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 20 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1146 / annurev.arplant.59.032607.092911.
- MUNNS, Rana. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, [en línea]. 2002. [fecha de consulta: 21 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x
- MUÑOZ Javier, MUÑOZ Andrés y MONTES Consuelo. Evaluation of organic manures in lettuce and cabbage plants at popayán, cauca. *Revista de Biotecnología*. [en línea]. 25 de Febrero de 2015. [fecha de consulta: 12 de Junio de 2019]. Disponible en: [www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a09.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a09.pdf)
- MURPHY, B. Impact of soil organic matter on soil properties—a review with emphasis on Australian soils. *Soil Research*, [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 22 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1071/sr14246
- NORMA Técnica NTC-Colombiana 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo [en línea]. 23 de Marzo del 2011. [fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5167.pdf>
- PHYTOEXTRACTION of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> by *Atriplex halimus* L. and *Atriplex hortensis* L.: A promising solution for remediation of road runoff contaminated with deicing salts Suaire [et.al]. *Ecological Engineering*, [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.ecoleng.2016.05.055
- PHYTOHORMONES and plant responses to salinity stress: a review por Shah Fahad [et al]. *Plant Growth Regulation* [En línea]. Agosto 2014 [Fecha de consulta: 22 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1007/s10725-014-0013-y
- PHYTOREMEDIATION of saline soils for sustainable agricultural productivity por Yasin Ashraf [et al] *Plant Adaptation and Phytoremediation* [En línea] 2010 [Fecha de consulta: 13 de junio de 2019]. Disponible en: 10.1007/978-90-481-9370-7\_15

- Phytoremediation of saline soils for sustainable agricultural productivity por Sameen Imadi [et al]. Metal Interaction Plant [En línea]. 2016 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/b978-0-12-803158-2.00018-7
- PHYTOREMEDIATION of Sodic and Saline-Sodic Soils Qadir [et.al]. Advances in Agronomy, [en línea]. 2007. [fecha de consulta: 10 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/s0065-2113(07)96006-x
- PHYTOREMEDIATION: an alternative to eliminate pollution por Angelica Delgadillo [et al]. Tropical and subtropical agroecosystems [En línea]. Agosto 2011 [Fecha de consulta: 4 de Junio de 2019]. Disponible en: [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-04622011000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002&lng=es&tlng=es)
- PINTO, Jaime. Tamaño de Muestra en Poblaciones Agropecuarias. Revista Varianza, [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 10 de Junio de 2019]. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rv/n11/n11\\_a08.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rv/n11/n11_a08.pdf)
- POTENTIAL application of oat for phytoremediation of salt ions in coastal saline-alkali soil por Lipu Han [et al]. Ecological Engineering [En línea]. 2013 [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1016/j.ecoleng.2013.09.034
- QADIR, M; GHAFOR, A. y MURTAZA, G. Uso de aguas salinas-sódicas a través de la fitorremediación de suelos calcáreos salinos-sódicos. Gestión del agua agrícola [en línea]. 2001 [fecha de consulta: 24 de Octubre de 2019]. Disponible en: 10.1016 / s0378-3774 (01) 00101-9
- RATH, Kristin, y ROUSK, Johannes. Effects of salt in the soil microbial decomposition community and its role in the organic carbon cycle: a review. Soil biology and biochemistry, [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 10 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.soilbio.2014.11.001
- RECLAMATION of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): redistribution of soluble cations within the soil profile por Mahmoodabadi, Majid [et al]. Agric Water Manag. [en línea]. 2013. [fecha de consulta: 3 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1016 / j.agwat.2012.08.018
- RECENAT. Norma Oficial Mexicana AS-01 NOM-021-RECENAT-2000 [en línea]. 1996. [fecha de consulta: 03 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>



- RECOVERY of food waste in biofertilizers and their application in the field por Chenyu Du [et al]. Cleaner Production Diary [En línea]. 2018 [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.jclepro.2018.03.211
- REMEDICATION of saline soils by a two-step process: Washing and amendment with sludge por Isabel [et al.]. [en línea]. 2015 [fecha de consulta: 24 de noviembre de 2019]. Disponible en: 10.1016 / j.geoderma.2014.12.002.
- RENGASAMY, Pichu. Global salinization with an emphasis on Australia. J. Exp. Larva del moscardón. [en línea]. 2006. [fecha de consulta: 29 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1093/jxb/erj108
- RESIDUAL phosphorus availability after long-term soil application of organic waste por Camila Lemming [et al]. Agriculture, Ecosystems & Environment [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.agee.2018.10.009
- RESPUESTA de festuca alta a la recuperación de suelo costero gravemente salino utilizando efluentes tratados en la bahía de Bohai por Na Li [et al]. Gestión de agua agrícola [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/j.agwat.2019.03.025
- RHODES, J. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. Methods of soils analysis [en línea]. V°3, 1996. [fecha de consulta: 03 de Mayo de 2019]. Disponible en:  
[www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1570656](http://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1570656)
- ROLE of Plant Helicases in Imparting Salinity Stress Tolerance to Plants por Nishat [et.al]. Helicases from All Domains of Life, [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 22 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/b978-0-12-814685-9.00003-8
- ROOTS and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in Atriplex nummularia Joaquim Silveira [et.al]. Environmental and Experimental Botany, [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 13 de Julio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.envexpbot.2008.12.015
- ROSTAMI, Saeed, y AZHDARPOOR, Aboalfazl. The application of plant growth regulators to improve phytoremediation of contaminated soils: A review.

- Chemosphere, [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 15 de Julio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.203
- RUEDA, Edgar. Salinity: A problem or an option for agriculture, [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 10 de Mayo de 2019]. Disponible en: [www.issuu.com/rioson/docs/la\\_salinidad\\_un\\_problema\\_o\\_una](http://www.issuu.com/rioson/docs/la_salinidad_un_problema_o_una)
- RYGOL, Joachim, ZIMMERMANN, Ulrich, y BALLING, Angelika. Water relations of individual leaf cells of *Mesembryanthemum crystallinum* plants grown at low and high salinity. *The Journal of Membrane Biology*, [en línea]. 1989. [fecha de consulta: 10 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1007/bf01871935
- SALT stress in maize: effects, resistance mechanisms, and management. Muhammad Farooq [et al]. 2015. [Fecha de consulta: 11 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1007/s13593-015-0287-0
- SARI, S y EL-AKSAKAL, I. Angina Influence of the application of vermicompost on the limits of soil consistency and the compatibility of Turkish soil. *J. Agric.* 2017.
- SHABALA, Serguey y CUIN, Tracey. Potassium transport and plant salt tolerance. *Physiologia Plantarum*, [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 11 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1111/j.1399-3054.2007.01008.x
- SHARMA, K y GARG, V. Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). *Bioresource Technology*, [en línea]. 2018. [fecha de consulta: 3 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.biortech.2017.11.101
- SHARMA, Kavita y GARG, Vinod. Recycling of lignocellulosic waste as vermicompost using earthworm *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research*. [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 13 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1007/s11356-019-04639-8
- SHAYGAN, Mandana, BAUMGARTL, Thomas y ARNOLD, Sven. Germinación de semillas de *Atriplex halimus* bajo salinidad y estrés hídrico. *Ingeniería ecológica*, [en línea]. 11 de Marzo de 2017. [fecha de consulta: 13 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016 / j.ecoleng.2017.02.050
- SHEIFA, McKean. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal - Una guía teórica y práctica de metodologías. [en línea]. Agosto de 1993. [fecha de consulta: 15 de Agosto de 2019]. Disponible en: [www.ciat-](http://www.ciat-)

library.ciat.cgiar.org/Articucuuus\_Ciat/Digital/S593.M2\_Manual\_de\_an%C3%A1lisis\_de\_suelos\_y\_tejido\_vegetal\_Una\_gu%C3%ADa\_te%C3%B3rica\_y\_pr%C3%A1ctica\_de\_metodologia.pdf

SINGH, K , SINGH, B y SINGH, R. Changes in physico-chemical, microbial and enzymatic activities during restoration of degraded sodic land: ecological suitability of mixed forest over monoculture plantation. 2012.

SINGH, K. The microbial activities and enzymes of saline and sodic soils: Degrad earth. Prog. 2016.

SOIL Salinity Limits Plant Shade Avoidance por Scott Hayes [et al]. Current Biology [En línea]. Mayo 2019 [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1016/j.cub.2019.03.042

SORIANO, A. Diseño y validación de instrumentos de medición. Diá-Logos, [en línea] 2015 [fecha de Consulta 8 de Octubre de 2019]. Disponible en: 10.5377/dialogos.v0i14.2202

SWALLOW, Mathew y O'SULLIVAN, Gwen. Biomimicry of vascular plants as a means of remediating saline soils. La ciencia del medio ambiente total, [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.245

TALAAAT, Neveen. Effective microorganisms: an innovative tool to induce salt tolerance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by regulating the photosynthetic rate and the production of endogenous phytohormones. Scientia Horticulturae, [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: 1016/j.scienta.2019.02.052

TERRY, Elein; LEYVA, Ángel y HERNÁNDEZ, Annia. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Revista Colombiana de Biotecnología, 2005. [fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: Recuperado el 15 de junio del 2019 de [www.redalyc.org/articucuuu.ou?id=77670207](http://www.redalyc.org/articucuuu.ou?id=77670207)

THE growth impairment of salinized fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants is associated to changes in the hormonal balance por Hayet Belmecheri [et al] Journal of Plant Physiology [En línea]. mayo 2018 [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.jplph.2018.11.016

- THE phytoremediation efficiency of *Eucalyptus globulus* treated by static magnetic fields before sowing por jie Luo [et al] *Chemosphere*. [en línea] 2019 [fecha de consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.chemosphere.2019.03.192](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.192)
- THERMOPHILIC anaerobic digestion of model organic wastes: Evaluation of biomethane production and multiple kinetic models analysis por Dunh Nguyen [et al] *Bioresource Technology*. [en línea]. 2019. [fecha de consulta: 22 de Junio de 2019]. Disponible en: [10.1016/j.biortech.2019.02.033](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.02.033)
- THOMPSON, L y TROEH, F. *Los suelos y su fertilidad*. 1988. 135-169 p. Barcelona, España: Revert S.A.
- TONOPLAST  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  Antiport Activity and Its Energization by the Vacuolar  $\text{H}^+$ -ATPase in the Halophytic Plant *Mesembryanthemum crystallinum* L. por Bronwyn Barkla [et al]. *Plant Physiology* [en línea]. 1995 [fecha de consulta: 7 de mayo de 2019]. Disponible en: [10.1104/pp.109.2.549](https://doi.org/10.1104/pp.109.2.549)
- UNALM. *Produccion de MOBs, Ensilados y GenKydamas*. Programa de doctorado en Ingenieria y Ciencias Ambientales. 2017.
- UTILITY of effective microorganisms (EM) in an avian farm of Cordoba por Deiver Hoyos [et al]. *productives parameters and enviromental control* [En línea]. 2008 [Fecha de consulta: 12 de Abril de 2019]. Disponible en: [scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682008000200013](https://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000200013)
- VALIDEZ Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad: se cumplen 50 años de la presentación en la sociedad de los diseños cuasi-experimental por Paula Fernandez [et al]. *Anal. Psico* [En línea]. 2014 [Fecha de consulta: 12 de Abril de 2019]. Disponible en: [10.6018/analesps.30.2.166911](https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.166911)
- VARGAS, Zoila. *La Investigación Aplicada: Una Forma De Conocer Las Realidades Con Evidencia Científica*. *Revista Educación*, [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 25 de Mayo de 2019]. Disponible en: [www.redalyc.org/articucuuu.oa?id=44015082010](http://www.redalyc.org/articucuuu.oa?id=44015082010)
- VAZQUEZ, Jacinto y LOLI, Oscar. *Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata**. *Scientia Agropecuaria* [online]. 2018, vol.9, n.1 [Disponible en: <http://dx.doi.org/http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop> ISSN 2077-9917

- VERMICOMPOSTING grape marc yields high quality organic biofertiliser and bioactive polyphenols por Jorge Domínguez [et al]. Waste Management & Research [En línea] 2014 [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1177/0734242x14555805
- VERMICOMPOSTING of distillery sludge waste with tea leaf residues por Mahaly, Moorthi [et al]. Sustainable Environment Research. [en línea]. 7 de Febrero de 2018. [fecha de consulta: 23 de Abril de 2019] Disponible en: 10.1016/j.serj.2018.02.002
- WANG, Li, SHOWALTER, Allan y UNGAR, Irwin. Effects of intraspecific competition on growth and photosynthesis of *Atriplex prostrata*. Aquatic Botany, [en línea] 2005 [fecha de consulta: 2 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.aquabot.2005.06.005
- WESTCOTT, C. pH Measurements, N.Y, Academic Press. [en línea]. 1978 [fecha de consulta: 5 de Julio de 2019]. Disponible en: [www.revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/download/2/2](http://www.revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/download/2/2)
- WU, Honghong. Plant salt tolerance and Na<sup>+</sup> sensing and transport. The Crop Journal, [en línea] 2018 [fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.cj.2018.01.003
- WU, Yupen, LI, Yufei y ZHANG, Yanmeng. Responses of Saline Soil Properties and Cotton Growth to Different Organic Amendments. Pedosphere, [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 5 de Abril de 2019]. Disponible en: 10.1016/s1002-0160(17)60464-8
- XU, Li, YAN, Dong y REN, Xuyang. Vermicompost improves the physiological and biochemical responses of blessed thistle (*Silybum marianum* Gaertn.) and peppermint (*Mentha haplocalyx* Briq) to salinity stress. Industrial Crops and Products, [en línea]. 21 de Setiembre de 2016. [fecha de consulta: 22 de Abril de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.indcrop.2016.09.023
- YEPES, Lucia, CHELBI, Najla y VIVO, Juana. Analysis of physiological traits in the response of Chenopodiaceae, Amaranthaceae, and Brassicaceae plants to salinity stress. Plant Physiology and Biochemistry, [en línea]. 2018. [fecha de consulta: 22 de Abril de 2019]. Disponible en: 10.1016/j.plaphy.2018.08.040

YURTSEVEN, Engin, ÖZTÜRK, Hassan y AVCI. Sertan. Mass balance criteria in soil salinity management: different irrigation water qualities and leaching ratios. J. Agr. Sci, [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 8 de Abril de 2019]. Disponible en: [www.dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/1920/20153.pdf](http://www.dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/1920/20153.pdf)

## ANEXO

### ANEXO 1: Cuadro de cálculo de cantidad de suelo a emplear.

Tabla 10: La cantidad de suelo que se empleó en el estudio se obtuvo en base a cálculos y revisión teórica, Para conseguir matemáticamente el número total de unidades experimentales se emplea la siguiente formula “[ $(\text{Tratamientos}+1*\text{Replicas})*\text{Tiempos}*\text{Concentraciones}$ )]” obteniendo un total de 240. En consideración al estudio realizado por Jing et al. la cantidad de suelo empleado por maceta es de 2 kg. (2018. p.152), debido al tamaño de la raíz de la especie, por lo que se requirió 280 kg. de suelo para la investigación.

DOSIS	TRATAMIENTOS	Tiempo días								TOTAL
		0	7	14	21	28	35	42	49	
C <sub>0</sub>	MOBs + Vermicompost	3	3	3	3	3	3	3	3	48
	control	3	3	3	3	3	3	3	3	
C <sub>1</sub>	MOBs + Vermicompost	3	3	3	3	3	3	3	3	48
	control	3	3	3	3	3	3	3	3	
C <sub>2</sub>	MOBs + Vermicompost	3	3	3	3	3	3	3	3	48
	control	3	3	3	3	3	3	3	3	
C <sub>3</sub>	MOBs + Vermicompost	3	3	3	3	3	3	3	3	48
	control	3	3	3	3	3	3	3	3	
C <sub>4</sub>	MOBs + Vermicompost	3	3	3	3	3	3	3	3	48
	control	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>Cantidad de muestras a analizar por tiempo</b>		30	30	30	30	30	30	30	30	240 (Unidades experimentales)
		<b>CANTIDAD DE SUELO A EMPLEAR:</b> Macetas de 2 (dos) Kg. (Jing et al. ,2018, p.2)								480

## ANEXO 2: Producción de vermicompost



Figura 3: Proceso de elaboración de la enmienda orgánica vermicompost (FAO, 2013. p.5)

## ANEXO 3: Producción de Microorganismos Benéficos





*Figura 4:* Proceso de elaboración y activación de MOBs (UNALM, 2017. p.11)

#### ANEXO 4: Parcelas de estudio



*Figura 5:* Parcelas de estudio con 5 concentraciones de sodio ubicadas en la UNALM

#### ANEXO 5: Análisis de laboratorio



*Figura 6:* Determinación de pH, C.E y Potencial Redox – Lab. Biotecnología, UCV.



*Figura 7:* Determinación de Humedad, Materia Orgánica y CIC - Lab. Biotecnología, UCV.



Figura 8: Digestión en planta para determinación de  $\text{Na}^+$  en parte aérea y raíz



Figura 9: Digestión  $\text{Na}^+$  en suelo y planta por espectrofotometría.

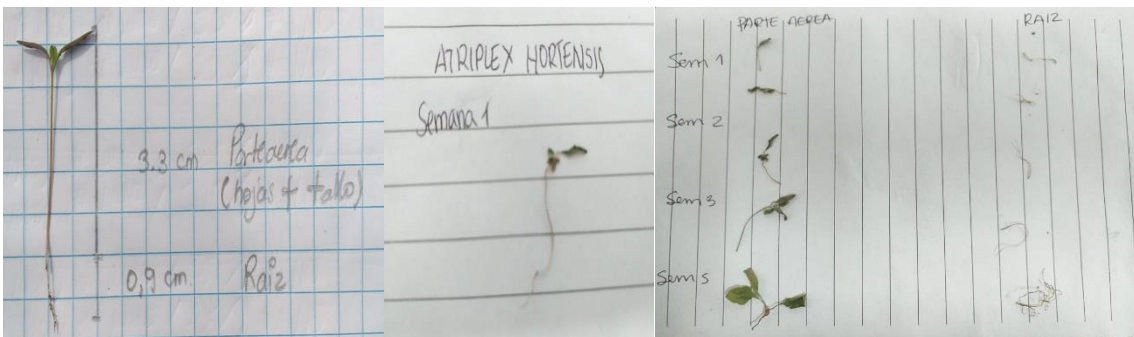


Figura 10: Determinación de masa y longitud en la *A Hortensis*.



## ANEXO 6: Análisis de Vermicompost – UNALM



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



### INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KATHERYN DUBRASKA SURCO MANRIQUE  
PROCEDENCIA : LIMA/LIMA/SAN JUAN DE LURIGANCHO  
MUESTRA DE : HUMUS DE LOMBRIZ  
REFERENCIA : H.R. 66000  
FACTURA : 4002  
FECHA : 29/06/19

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
1122		7.73	8.20	26.25	1.47	3.06	1.46



N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
1122		10.15	1.41	44.37	0.29

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
1122		13530	62	290	397	119



*Dr. Sady García Bendejé*  
Jefe de Laboratorio

## ANEXO 7: Recuento Microbiano – UNALM

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú Teléfono: 6147800 anexo 274	
<b>INFORME DE ENSAYO N° 1910415 - LMT</b>		
<b>SOLICITANTE</b>	: ALEXANDRA PAICO LOZANO	
<b>DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO</b>		
<b>MUESTRA</b>	: MICROORGANISMO BENÉFICOS 1910415)	
<b>PROCEDENCIA</b>	: Universidad Cesar Vallejo - SJL	
<b>TIPO DE ENVASE</b>	: Botella de plástico	
<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.	
<b>ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En buen estado y cerrado	
<b>FECHA DE MUESTREO</b>	: 2019 - 10 - 08	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2019 - 10 - 09	
<b>FECHA DE INICIO DE ENSAYO</b>	: 2019 - 10 - 09	
<b>FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO</b>	: 2019 - 10 - 14	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA</b>		
<b>Análisis Microbiológico</b>		<b>Muestra 1910415</b>
¹Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/ml)		19 x 10 <sup>6</sup>
¹Recuento de mohos y levaduras (UFC7ml)		78 x 10 <sup>5</sup>
<b>NOTA:</b> El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.		
<b>Métodos:</b> ¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia. ²American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3ª Ed. Chapter 13. ³Zapater J. 1975. Evaluación en el maíz del coeficiente rizosfera-suelo (R/S) referidos a bacterias libres fijadoras de N. Anales científicos de la UNALM 13:45-57. ⁴Anderson J. 1982. Soil respiration. En: Page A., Miller R., Keeney D. (Eds.) Methods of Soil Analysis Part II. Chemical and Microbiological		
<b>Observaciones:</b> Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita. Validez del documento: Este documento tiene validez solo para la muestra descrita.		
		La Molina, 18 de Octubre del 2019
 DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina Teléfono: 6147800 anexo 274 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe		
<b>LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"</b> ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: <a href="mailto:lmt@lamolina.edu.pe">lmt@lamolina.edu.pe</a>		

## ANEXO 8: Características fisicoquímicas de MOBs – UNALM



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



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KATHERYN SURCO MANRIQUE  
 PROCEDENCIA : LIMA/LIMA/ LA MOLINA  
 MUESTRA DE : FERMENTADO DE ORGANISMOS BENEFICOS  
 REFERENCIA : H.R. 58202  
 FACTURA : 485  
 FECHA : 18/11/16

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
228		3.01	9.00	124.72	89.88	1428.00	325.63	909.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
228		81.00	21.00	6.10

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
228		5.90	1.58	3.82	0.94	0.83


 Dr. Sady García Bendezi  
 Jefe de Laboratorio

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

### ANEXO 9: Fichas de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO													
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	“Fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex Hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019”												
<b>ESTUDIANTES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surco Manrique, Katheryn Dubraska</li> <li>- Paico Lozano, Alexandra</li> </ul>												
<b>UNIVERSIDAD D:</b>	César Vallejo - Lima este					<b>CARRERA:</b>			Ingeniería Ambiental				
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de Biotecnología – Universidad César Vallejo							<b>FECHA:</b>					
<b>MUESTRAS</b>	<b>PARTE AEREA</b>			<b>RAIZ</b>				<b>PESO FRESCO</b>			<b>PESO SECA</b>		
<b>CODIFICACIÓN</b>	Medidas		tamaño	Medidas		Raíz	tamaño	Raíz	Hojas	Peso total de la planta	Raíz	Hojas	Peso Total de la planta
	Longitud (Cm)	Ancho (Cm)	Longitud (Cm)	Longitud (Cm)	Ancho (Cm)	Longitud (Cm)	Longitud (Cm)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO									
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	“Fitorremediación con cultivos de Armuelle ( <i>Atriplex hortensis</i> ) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019”								
<b>ESTUDIANTES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surco Manrique, Katheryn Dubraska</li> <li>- Paico Lozano, Alexandra</li> </ul>								
<b>UNIVERSIDAD :</b>	César Vallejo - Lima este				<b>CARRERA:</b>			Ingeniería Ambiental	
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio de Biotecnología – Universidad César Vallejo						<b>FECHA:</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>Bioacumulación</b>		<b>Parámetros fisicoquímicos en suelo</b>						Na <sup>+</sup> en Suelo
<b>CODIFICACIÓN</b>	Na <sup>+</sup> en planta		pH	CE	Redox	MO	Humedad	CIC	Na <sup>+</sup> en Suelo
		mg/l	-	dS/m	mv	%	%	meq/100g	meq/100g
	Parte aérea								
	Raíz								