



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Hidrolizado de residuos de pescado y matriz de tejido óseo aviar en el  
tratamiento de suelos salinos. Lima 2020

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

**AUTOR:**

Velásquez Llontop, Roberto Romario (ORCID: 0000-0002-9010-0894)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LIMA – PERÚ**

**2020**



## **Dedicatoria**

A mi familia, amigos y cercanos, con todo el respeto, admiración y eterno agradecimiento por ser parte de la travesía en mi formación como personal y profesional.

## **Agradecimientos**

A la madre naturaleza, por ser ente de luz en mi camino. A mis padres Milagritos Llontop Saavedra y Wilber David velasquez Zúñiga en honor al esfuerzo y sacrificio de su vida para lograr otorgarme la educación que ahora poseo.

A mis tíos por formar parte de mi camino como profesional, así también a mis tías: María Isabel Llontop Saavedra, Pilar Llontop Saavedra por estar siempre apoyándome en mis triunfos y fracasos sin perder la fe en mi persona.

Al docente y gran amigo patean Quintana Sigfredo por su arduo trabajo como docente, así como su sacrificio en la enseñanza académica, esmero por transmitir su conocimiento y entusiasmo constante.

A los docentes de la Universidad Cesar Vallejo, en especial a Elmer Benites por su paciencia y dedicación al ser parte de esta investigación, aportar sus conocimientos al proyecto y su desarrollo.

A todos los compañeros y amigos que formaron este camino académico en esta etapa de mi vida; muy agradecido por su apoyo.

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas. ....	v
Índice de gráficas y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. Introducción .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	34
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	34
3.2 Variables y operacionalización .....	34
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis .....	35
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
3.5 Procedimientos .....	38
3.6 Método de análisis de datos .....	42
3.7 Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS .....	45
V. Discusión .....	65
VI. CONCLUSIONES .....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS .....	88

## **Índice de tablas.**

**Tabla 1.** *Suelos afectados por salinización a nivel mundial.*

**Tabla 2.** *Importación de fertilizantes en el periodo de tiempo 2006-2017*

**Tabla 3.** *Distribución de muestras para tratamientos “T1” “T2” y “T3”*

**Tabla 4.** *Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo*

**Tabla 5.** *Profundidad del muestreo según el uso del suelo*

**Tabla 6.** *Prueba estadística de validez de los instrumentos*

**Tabla 7.** *Resultados de C.E y pH de muestras para los tratamientos T1, T2 y T3*

**Tabla 8.** *Resultado de C.E en el tiempo para T1*

**Tabla 9.** *Resultado de C.E en el tiempo para T2*

**Tabla 10.** *Resultado de C.E en el tiempo para T3*

**Tabla 11.** *Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T1”*

**Tabla 12.** *Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada C.E inicial y final en “T1”*

**Tabla 13.** *Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T2”*

**Tabla 14.** *Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada C.E inicial y final en “T2”*

**Tabla 15.** *Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T3”*

**Tabla 16.** *Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada C.E inicial y final en “T2”*

**Tabla 17.** *Resultado de pH en el tiempo para T1*

**Tabla 18.** *Resultado de pH en el tiempo para T2*

**Tabla 19.** *Resultado de pH en el tiempo para T3*

**Tabla 20.** *Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el “T1”*

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 21.** *Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada pH inicial y final en “T1”*

**Tabla 22.** *Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el “T2”*

**Tabla 23.** Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada pH inicial y final en “T2”

**Tabla 24.** Prueba estadística Shapiro- wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el “T3”

**Tabla 25.** Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada pH inicial y final en “T3”

### **Índice de gráficas y figuras.**

*Gráfico 1.* Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 1 (promedio).

*Gráfica 2.* Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 2 (promedio).

*Grafica 3.* Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 3 (promedio).

*Gráfica 4.* pH durante el tratamiento “T1” (promedio)

*Gráfica 5.* pH durante el tratamiento “T2” (promedio)

*Gráfica 6.* pH durante el tratamiento “T3” (promedio)

*Figura 1.* Condiciones y proceso de salinidad en suelos.

*Figura 2.* Sales que afectan el suelo (orden jerárquico).

*Figura 3.* Diagnóstico de afectación por sales.

*Figura 4.* Potencial de solubilización de sales presentes en suelos mayormente salinos.

*Figura 5.* Categorización de solubilidad Villafañe 2010.

*Figura 5.* Categorización de solubilidad Villafañe 2010.

*Figura 7.* Calidad de agua para riego agrícola.

*Figura 8.* Sustancias Húmicas

*Figura 9.* Modelo de ácido fúlvico y húmico.

*Figura 10.* Grupo funcionales en la materia orgánica del suelo.

*Figura 11.* pH y fertilidad (acceso a nutrientes)

*Figura 12.* Ciclo del nitrógeno.

*Figura 13.* Obtención de hidrolizado de residuos de pescado

*Figura 14.* Obtención de polvo de restos óseos aviares (*Gallus gallus domesticus*).

*Figura 15.* Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación regular: forma rectángula.

*Figura 16.* Procedimiento de tratamiento al suelo.

## Resumen

Los problemas que conlleva la salinidad en suelos de lima es el deterioro del suelo y su capacidad de afectar de manera negativa los cultivos. La investigación se orientó a buscar la reducción de la salinidad de los suelos en lima. Por ese motivo se le realizó un tratamiento con hidrolizados de residuos de pescado (5%) y matriz de tejido óseo aviar (1%). Siendo la muestra los suelos salinos del distrito de comas para lo cual se aplicó en un área experimenta de 13.76 m<sup>2</sup> con una profundidad de 0.25 m lo cual en total abarca 3.44 m<sup>3</sup>. La experimentación tuvo una duración de 2 meses con mediciones semanales de pH y conductividad eléctrica (C.E) con 3 repeticiones siendo un total de 30 macetas con capacidad de 2 kg. Los primeros muestreos de C.E nos mostraban suelos en su clasificación por la fao y MINAGRI como salinos. Obteniendo como resulta la disminución progresiva de la conductividad eléctrica y pH.

Palabras claves: Suelos salinos, Tratamiento hidrolizado, Matriz de tejido óseo aviar



## **Abstract**

The problems associated with salinity in lime soils is soil deterioration and its ability to negatively affect crops. The investigation was oriented to look for the reduction of the salinity of the soils in Lima. For this reason, a treatment with hydrolyzates of fish waste (5%) and a matrix of avian bone tissue was carried out (1%). The sample being the saline soils of the Comas district, for which it was applied in an experimental area of 13.76 m<sup>2</sup> with a depth of 0.25 m which in total covers 3.44 m<sup>3</sup>. The experimentation lasted 3 months with weekly measurements with 3 repetitions, being a total of 24 pots with a capacity of 2 kg. The first CE samples showed soils in their classification by fao and MINAGRI as saline and very saline.

Keywords: Saline soils, Hydrolyzed treatment, Avian bone tissue matrix

## I. Introducción

En la actualidad hay muchos motivos por los cuales hacer uso de técnicas poco convencionales en el manejo de residuos sólidos orgánicos. Convencionalmente la agricultura (agroquímica) hace depender al agricultor de las tecnologías ya industrializadas cuya inversión es económicamente significativa. y no se le permite el proceso de innovación y reciclaje de sus propios desechos agrícolas. lo cual tiene como consecuencia la degradación del suelo.

El suelo afectado por salinización se clasifica según este en solución salina, sódica y salino- sódica. En lo cual influye mucho la cantidad y tipo de sal, así como cuánto sodio posee y la alcalinidad depende del tipo de suelo. Las características del suelo nos dirán que tipo de manejo se le debe aplicar.

En el mapa global de suelos FAO / UNESCO (1970-1980), la FAO aproximó el nivel de suelos salinos global a 397 millones de ha y la de suelos sódicos 434 millones de ha. De los 230 millones de hectáreas de tierras de regadío, 45 millones de hectáreas (19.5 por ciento) son suelos atacados por sal; y de los casi 1 500 millones de hectáreas de agricultura de secano, 32 millones (2.1 por ciento) eran suelos atacados por sal, como se indica en la tabla 01 a continuación. Las cifras incluyen suelos cultivables y no cultivables. (FAO,2019).

**Tabla 1.** *suelos afectados por salinización a nivel mundial.*

Regions	Total area	Saline soils	%	Sodic soils	Percent
Africa	1899.1	38.7	2.0	33.5	1.8
Asia and the pacific and australia	3107.2	195.1	6.3	248.6	8.0
Europe	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
Latin America	2038.6	60.5	3.0	50.9	2.5
Near East	1801.9	91.5	5.1	14.1	0.8
North America	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
Total	12781.3	397.1	3.1%	434.3	3.4%

Fuente: FAO

Los suelos de uso agropecuario tienen el menor territorio dentro del Perú (un 7% del territorio nacional) así como también están en mayor riesgo respecto al deterioro, especialmente salinización costera, la erosión constante en la sierra y deterioro de fertilidad Amazónica. Un total de 8 millones de hectáreas están declaradas como muy erosionadas y 31 millones medianamente erosionadas” (Minagri, 2018).

Aproximadamente un 40% de suelos de agrícolas Costeros son atacados por salinización y deficiente drenaje. Así mismo, con los crecimientos anuales de los ríos y durante el Fenómeno de El Niño, además en las deficientes defensas ribereñas se pierden vitales superficies de las pocas zonas agrícolas.

En la Sierra un 60% de suelos agropecuarios sufren por la erosión de mediana a extrema gravedad por ausencia de métodos de manejo y la desaparición de la vegetación en sus laderas (Minagri. 2019).

La salinidad en el suelo es un problema constante en las costas peruanas por la proximidad de corrientes marinas, afectando progresivamente la calidad y productividad del suelo.

El uso del hidrolizado preparado a partir de vísceras de pescado, así como, de matriz de tejido óseo aviares serán empleados en esta investigación. Al hidrolizar las proteínas de pescado por el uso de la papaína, ocurrirá una disminución en el tamaño de los péptidos generando un cambio en la funcionalidad de la proteína, mejorando su eficiencia, así como aportar nutrientes fundamentales como nitrógeno y fosforó al suelo, los cuales son indispensables para las plantas y para la mejora de las características fisicoquímicas del suelo. Además, sumado a esto, la adición de materia orgánica y fosfato hidrogenado de calcio, proveniente de los restos óseos aviares, producirán una interacción con los cationes del suelo que generan salinidad, captándolo y generando condiciones favorables para el suelo.

El uso del hidrolizado preparado a partir de vísceras de pescado, así como la matriz de tejido óseo aviares sobre suelo es un método poco convencional, pero a su vez técnicas antiguas, similares se dieron desde la época incaica como tributos al suelo para las temporadas de siembra y cosecha por lo cual resulta aplicable en cualquier parte del mundo que en este contexto tenga problemas de salinidad.

En el caso del Perú es de gran importancia, dado que, gran parte de su extensión es costera y gran parte de las tierras cultivables del Perú se encuentran en esta zona, por esto, la salinidad afecta, en gran medida, a los suelos agrícolas ubicados en esta zona por su cercanía al mar y el uso excesivo de abonos industriales, perjudicando a una gran cantidad de pobladores dedicados totalmente a esta actividad.

Se pretende dar uso al hidrolizado preparado a partir de vísceras de pescado, así como el fosfato hidrogenado de calcio proveniente de matriz de tejido óseo aviar. Obtener de materias primas con un costo monetario de cero. Así convertirlo en un producto factible de valor económico agregado y con resultados positivos en el tratamiento y mejora de suelos salinos, a su vez lidiar con la problemática de los residuos sólidos acumulados que son generados por la industria pesquera. Y los residuos urbanos que generan impactos negativos al ambiente por su acumulación y desuso.

El Objetivo general de la investigación fue: Determinar el nivel de reducción de salinidad en suelos, utilizando hidrolizado de residuos de pescado, así como la matriz de tejido óseo aviar en el tratamiento de suelos salinos. Lima 2020.

Objetivos específicos son: Determinar cuál es la dosis adecuada de hidrolizado de residuos de pescado en el tratamiento de suelos salinos.

- Determinar cuál es la dosis adecuada de matriz de tejido óseo aviar en el tratamiento de suelos salinos.
- Determinar si ocurre la disminución de la concentración iónica de los suelos salinos luego de ser tratado con hidrolizado de residuos de pescado y matriz de tejido óseo aviar.
- Determinar si ocurre mejora de las propiedades físicas de los suelos salinos luego de ser tratado con hidrolizado de residuos de pescado y matriz de tejido óseo aviar.

- Determinar si ocurre mejora de las propiedades Químicas de los suelos salinos luego de ser tratado con hidrolizado de residuos de pescado y matriz de tejido óseo aviar.

## II. MARCO TEÓRICO

Según CRESPO (2018) en su artículo científico “How to increase the organic matter of soils in tropical areas of livestock producción?” realiza un estudio donde se investiga las causas más relevantes en la pérdida del carbono orgánico del suelo en industrias importantes como la ganadería, así como estrategias para recuperar e incrementar en carbono orgánico captado. La variedad de pastos el control de los sistemas silvopastoriles y finamente el control animal durante las etapas de pastoreo y el abono orgánico que estos animales producen como opciones para recuperar el carbono orgánico perdido.

En el artículo de SILVA CAMPOS et al. (2016) “FUENTES DE FOSFATO ASOCIADAS A LA CACHAZA Y EL BIOFERTILIZANTE SOBRE LOS MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO Y SU CONTENIDO EN EL SUELO” se basa en afirmar que los suelos tropicales poseen una mayor absorción de fosforo, este elemento se encuentre poco disponible para las plantas y difiere a los cultivos. Este estudio se basó en comparar el efecto sobre el suelo del fosfato acidulado y fosfato natural dado en la cachaza tanto enriquecido y no enriquecido por biofertilizantes. Los experimentos se dieron a nivel de laboratorio usando macetas controladas con los insumos descritos. La conclusión fue un aumento de microorganismos aportadores de fosforo en el suelo por parte de fosforo en fosfato natural con y sin cachaza enriquecida con biofertilizante.

HERNANDEZ WILMER et al. (2018)” SPATIAL VARIABILITY OF pH AND Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CONTENT IN SOILS OF THE BASIN TABURE RIVER IN LARA STATE. Nos dice en su artículo que el pH siendo una propiedad química no indica la reacción del suelo. La evolución de los suelos está basada en forma de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como fracción. La finalidad del estudio es determinar cómo varían las propiedades químicas en el suelo cercano a la cuenca del río tabure en lara. así se llegó a la determinar una

variabilidad en la distancia y su relación con los parámetros estudiados, así como la leve anisotropía del pH dejando como referencia a futuras investigación en la cuenta del rio tabure en lara.

Añadiendo en su artículo CRISTOBAL ASEVEDO et al. (2019) "Soil carbon and nitrogen in tropical montane cloud forest, agroforestry and coffee monoculture systems" menciona que en los estudios agronómicos es muy importante los nutrientes carbono y nitrógeno por estar relacionados muy fuertemente con la fertilidad, calidad, magnitud e impacto ambiental en los suelos. El objetivo fue determinar carbono y nitrógeno en un sistema (BMM) bosques mesófilos de montaña y su relación con la cubierta vegetal usando monocultivos de café como policultivo comercial. De las cuales se concluyó que el BMM y AFCPT tiene mayor almacenamiento de carbono y nitrógeno así mismo se determinó que un sistema agroforestal a base de café es mejor que un monocultivo del mismo

Según LUDWIKOWSKI, JESSICA Y PETERSON, ERIC (2018) "Transport and fate of chloride from road salt within a mixed urban and agricultural watershed in Illinois (USA): assessing the influence of chloride application rates" en su estudio nos informa que cercanas a las 471,000 toneladas en sal de camino se sitúan en las carreteras de Illinois USA. Se aproxima que el 45% de las sales se infiltrara hacia acuíferos someros. Los cloruros son asociados a sales de camino, así como tiene la capacidad de mantener en los acuíferos por muchos años dependiendo de la trayectoria de estos, material geológico y tiempo de recarga del acuífero. Haciendo uso del método MODFLOW y MT3D se simularon tasas de sal de camino y así poder evaluar los cloruros en todos los casos posibles cuando se acumule en la cuenca determinándose un aumento significativo de cloruros a través de los años, así como las sugerencias de metodologías para evitar la acumulación de estas sale y sus efectos en los acuíferos someros.

Según ELEONORA, CAROL et al. (2015) "Salinización de suelos en marismas. Caso de estudio: Humedal de la Bahía Samborombón, Argentina" en su artículo nos menciona que en el sector sur de bueno aires en la Bahía de Samborombón existe la marisma que conforma un húmedas intermareal. Donde se realizaron actividades relacionadas a la ingeniería de prevención contra el flujo de marea para

así poder extender el área de pastoreo. La finalidad fue de dar evaluación si los cambios dado general una regulación de estos flujos mareales y así lograr cambiar la concentración de cloruros en sedimentos de la superficie que afectan los suelos del humedal. Al realizarse todos los monitoreos pertinentes se concluyó que las obras de ingeniería generan alteración del comportamiento hidrológico natural generando a su vez el contenido de cloruros. Así que las futuras investigaciones deberán abarcar y dar un manejo justo a los recursos naturales en favor de medio ambiente.

LLANOS, MARITZA (2017) "BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO DEL GÉNERO *Bacillus* EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE EL COLLAO (PUNO) Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO" en su tesis sustenta que el fósforo es muy importante para el crecimiento de las plantas, suele ser abundante pero no para aprovechamiento de las plantas por motivos de deficiente solubilidad en los suelos las bacterias que solubilizan el fósforo (BSF) por lo que se asume estos microorganismos tienen potencial para aumentar la disposición de este elemento hacia las plantas. Por tal los apuntes de esta investigación es analizar y medir a las bacterias de género *Bacillus* en la germinación de plantas hasta la fase llamada fenológica de 6 hojas de quinua. El experimento tuvo un total de 45 días en un invernadero, terminado la etapa exploratoria se analizaron diversos factores físicos de las plántulas como altura, diámetro de tallo, peso y tamaño de raíz. Por lo que se tuvo como respuesta variaciones en torno al control de crecimiento.

En cuanto a SPORTILLA, JORGE (2015) "Análisis, Evaluación de Ataques Químicos Externos y propuestas de Medidas de Mitigación a las Construcciones de Concreto en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque" nos muestra y busca determinar la afectación de sulfatos y cloruros que se encuentran en la brisa marina en los suelos y viviendas aledañas en Lambayeque-Chiclayo. A su vez plantear medidas preventivas, el estudio se basó al exponer directamente suelo y material de construcción (ladrillos y similares) a la brisa marina y determina el nivel de afectación que presentan bajo la metodología de la observación. Y posteriores análisis de laboratorio para corroborar la hipótesis. La conclusión fue que si hay una afectación por parte de sulfatos y cloruros (un 30%)

de material de construcción lo cual generar deterioro y desprendimientos por lo cual las medidas de prevención serán basadas en normas técnicas.

Según RUBÉN RODRÍGUEZ (2016) “Caracterización físico química de los suelos desérticos de las Pampas de La Joya – Arequipa y su posible uso Agrícola” nos detalla los estudios fisicoquímicos hacia los desiertos en Arequipa con la finalidad de lograr hacer viable el uso agrícola del lugar. Para lo cual su muestreo y monitoreo fue a nivel superficial en un área de 10.000 m<sup>2</sup> para lo cual de análisis textura, granulometría, humedad, densidad aparente, metales (K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cr, As, Pb, Cd, Ba, Al), aniones (nitratos, cloruros, sulfatos y fosfatos), capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, pH, conductividad, eléctrica y salinidad; estos ensayos se desarrollaron siguiendo las normas NOM-021-RECNAT, EPA, ASTM, APHA. En lo cual se determinó presencia de metales ecotóxicos que no superan el ECA a excepción del cromo y aluminio.

En la investigación de FLOREZ, MARCO (2017) “ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO UTILIZANDO SUBPRODUCTOS DEL PROCESAMIENTO DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*)” habla sobre los procesos primarios de la trucha criada produce unas cantidades considerables de subproductos durante el eviscerados. Los cuales resaltan por su valor monetario de 0. La finalidad del estudio es obtener un fertilizante a base de estos subproductos y caracterizarlos fisicoquímicamente para posteriormente realizar pruebas de germinación en semillas con diferentes concentraciones de este fertilizante. Las concentraciones usadas estuvieron liberadas de tóxicos que pudiesen ser contraproducentes.

LLEREN TITO Y RODRÍGUEZ WENDY (2017) “Obtención y caracterización de un hidrolizado de colágeno purificado producido mediante el uso de la enzima delvolase” nos cuenta que la finalidad del estudio fue el de realizar la hidrólisis proteica mediante enzimas, con una materia prima de colágeno puro de pescado, también se caracterizó el hidrolizado para determinar que parámetros son los más adecuados para aspectos específicos. En el cual se determinó la gran capacidad de este producto para gelificar, formar espuma, emulsificar y absorber aceite, es una base sólida para nuevos productos biotecnológicos.



Según BAEZ, ANDREA et al. (2016) “Effect of Temperature, pH, Substrate Concentration and type of Enzyme on the Enzymatic Hydrolysis of Viscera of Red Tilapia (*Oreochromis spp.*)” nos menciona que en este estudio se realizó hidrolizado de la proteína de vísceras de *Oreochromis spp* una especie muy solicitada en Colombia en este estudio se estudió las diversas enzimas para determinar con qué clase de obtiene un mejor resultado en la hidrolisis. Utilizando el método de pH stat así como la aplicación de diseños para determinar cuál enzima resulto ser más eficiente.

En su informe HLEAP, JOSÉ (2015) “Fish hydrolysates – production, profits and new developments in the industry. - A review” nos muestran actualmente las agroindustrias dedicadas a la pesca generan una cadena muy importante en los sistemas económicos globales, desafortunadamente también generan muchos subproductos anuales, los cuales se consideran desperdicios, así como pérdidas económicas que generan impactos negativos sobre el ambiente. Pudiéndose usar para diversas finalidades, como potenciar los alimentos como grandes antioxidantes, proteger la salud de las personas, así como proporcionar nutrientes esenciales, mediante el proceso de la hidrolisis se puede lograr todo ello. Por lo cual los objetivos de esta investigación apuntan hacia ello como producirlo administrarlo y recomendarlo en aspectos tecnológicos, nutricionales y funcionales.

Según JIMENEZ ALESSANDRA (2018). “REDUCCIÓN DE LA SALINIDAD DE SUELOS INFLUENCIADOS POR LA CORRIENTE MARINA MEDIANTE EL USO DEL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST Y EXTRACTO DE CLADODIO DE TUNA (*OPUNTIA FICUS ÍNDICA*), HUARMEY, 2018” nos indica el problema de salinidad se da en toda la costa peruana y genera impactos negativos en el suelo. La investigación pretende reducir la salinidad en los suelos que son influenciados por corrientes marinas, para esto se le dio tratamiento con extracto de cladodio de tuna además del lixiviado de vermicompost generado por la lombriz roja californiana. En puntos estratificados, la duración de la experimentación fue de 3 meses en un total de 90 macetas con muestra de suelo salino. Los resultados entre suelos salinos y

fuertemente salinos fue la reducción de la salinidad en un 12.33% que se expresa en tablas de resultados.

LOPEZ, DINA (2015) “Efecto del nivel de salinidad del agua y la textura del suelo en el cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Mill)” nos dice que la hortaliza denominada rúcula es un producto muy exigido en argentina y en muchos países europeos. El estudio dado en esta investigación se basó de determinar el nivel de tolerancia de este vegetal ante la salinidad, para lo cual luego de someterla a salinidad se le caracterizo. El experimento duro 35 días se trabajó en suelos arenosos y francos en la germinación de las semillas. Luego del brote de las plantas se las caracterizo. En donde se obtuvo como mejor resultado el trabajo sobre suelo arenoso.

GONZÁLES, NALLELY et al. (2019) “TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS SALINOS. UN CASO DE ESTUDIO: MÉXICO” analizan la problemática que genera la salinización de los suelos áridos y semiáridos y como la biorremediación y tecnologías actuales permiten tratarlos. Mostrando análisis a futuro. Siendo el método más usado el lavado de suelos, suministro de yeso además de composta. También nos señala que la mayoría de técnicas para la remediación de suelos se centran en tratar suelos contaminados por hidrocarburos.

En su investigación PRIETO, FRANCISCO. PRIETO, JUDITH y ACEVEDO, OTILIO (2014) “*Variabilidad espacial de la materia orgánica en un suelo dedicado al cultivo de cebada maltera (*Hordeum distichum* L.)*” nos informan que la carga de materia orgánica en los suelos es la propiedad de mucho interés debido a la dinámica de solutos que genera. La cantidad de M.O en los suelos de cultivo que se estudian son bajos. Para lo cual desarrollaron un método basado en la Norma ISO.17025 así como el diseño de un control de calidad, su trabajo concluyo con un estudio geoestadístico de valores de M.O para proponer planes a futuro con modelos de simulación para remediación de problema de fertilización

Según PATERLINI, HERNÁN. VIRGINIA, MARÌA. y INÈS LILIANA (2020). En su estudio “*PRODUCCIÓN DE LECHUGA EN UN SUELO CON APLICACIÓN DE COMPOST DE CAMA DE POLLO*” nos exponen que el cinturón hortícola de General Pueyrredón es costumbre el abonado con camas de pollo. para el compost que será aplicado al suelo. Durante el desarrollo se registró diversos factores en la

lechuga cultivada como: el número de hojas, Tamaño del tallo y parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, carbono total (C.T) y nitrato (N-NO<sub>3</sub>). Lo cual levas mejorías en los parámetros mostrando la capacidad tampón del suelo. para finalmente concluir que los valores de nutrientes aportados al suelo de las camas de pollo. Superan los requerimientos nutricionales de la lechuga.

En el estudio de ZAPATA, JOSÉ y CASTAÑEDA, ALEJANDRO (2017). "Hidrolizados de pescado – producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión Suelos y su calidad" nos cuentan que la cadena de producción de la agroindustria peruana es de mucha utilidad en el proceso economía global, así mismo una enorme cantidad de subproducto de obtiene anualmente de esta industria. Cual conlleva a pérdidas económicas y ambientales. Estos subproductos tienen la posibilidad de ser utilizados en otras industrias. Las técnicas de hidrolisis proporcionan el procesamiento completo de estos subproductos de pescado junto a las investigaciones que se le vienen haciendo y tecnologías que optimices los procesos de obtener mejores resultados. La meta de esta revisión se basa en la producción, favorecimiento y novedosas investigaciones sobre el hidrolizado de pescado desde un punto de vista funcional nutricional y tecnológico.

En su análisis "Cómo realizar un adecuado manejo del fósforo en el suelo "el diario El Mercurio (2015) nos relata que el fosforo cumple una función vital en el suelo al ser un macronutriente en el desarrollo de plantas. Ya que es primordial durante la fructificación. El manejo de este elemento tan importante varía según el lugar donde se pretenda aplicar por lo cual es indispensable tener conocimiento técnico del lugar a aplicar.

TREJO, NALLELY et al en la conferencia "DESPLAZAMIENTO DE SODIO EN UN SUELO SALINO POR MEDIO DE LA COMBINACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS Y QUÍMICAS" no indica que la gran cantidad de sales que pueda haber en un suelo afecta de manera directa crecimiento de plantas. Debido a ello las reacciones que hay dentro del suelo (químicas, físicas y biológicas). El objetivo de este informe se enfoca en la evaluación del desplazamiento del sodio en el suelo. para lo cual se aplico como enmiendas compost, vermicompost, fosfoyeso y cascarilla de cebada maltera en diversas dosis. El lo cual se obtuvo que la

dosificación de diversos agentes orgánicos y el lavado adecuado del suelo son eficientes en la remediación de suelos salinos.

En su trabajo HERNÁNDEZ, JACQUELINE. “Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos” se informa que le suelo debe preservarse para poder trabajarlo hay que mantener su calidad y capacidad de producción. La importancia de recuperar suelos degradados por salinidad. El objetivo del estudio es la evaluación de la biorremediación de suelos salino-sódicos con tres componentes (compost, vermicompost sólido y lemna). Pasado el periodo de 3 meses con un procedimiento de lavado que igual la tasa de infiltración, lluvia de tasa anual, así como evaporación y escorrentía. Tomándose muestras de 50 g se suelos se le midió los parámetros C.E , pH, cationes en solución y extraíbles para calcular el RAS para evaluar la germinación de plántulas de tomate. Para lo cual la mejor enmienda fue el vermicompost.

LAMZ, ALEXIS y GONZALES MARIA (2013) En su tema “LA SALINIDAD COMO PROBLEMA EN LA AGRICULTURA: LA MEJORA VEGETAL UNA SOLUCIÓN INMEDIATA” no cuentan como el factor de salinidad afecta directamente la producción de alimentos a nivel global. Perjudicando el rendimiento de cultivos afectando directamente la economía del país. La presión del cambio salino de suelos impulsa la adaptación a través de cambios fisiológicos de las plantas para garantizar su subsistencia y productividad. Los mecanismos de tolerancia de las planas a este problema están siendo estudiados a fondo. Los temas mencionados son evaluados en este estudio señalando el mejoramiento como una herramienta eficiente.

MARCHESE, ADOLFO (2015) en su trabajo de titulación “Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc” nos cuenta sobre la problemática de salinización en suelos y como afecta el crecimiento de vegetación, también como la degradación del suelo se ve acelerada por este factor. Este problema se presenta en zonas áridas y semiáridas los cuales tienen mayor evaporación, mayor nivel freático, salinidad en las aguas para riego. sobre todo, el mal manejo agrícola del lugar, el uso ineficiente de fertilizantes y quema de sobra vegetal. Los estudios de antecedentes de problemas de salinización del distrito de San Pedro de Lloc ubicado en la costa

norte peruana están desactualizados e incompleto lo cual dificulta la toma de decisiones para mejorar estas condiciones. En el trabajo de investigación se investiga las maneras en la cuales se hace frente a la salinización de suelos destinados a producción agrícola, así como la implementación de diferentes tecnologías y metodologías. En los resultados se encontraron suelos muy salinos y extremadamente salinos, pH entre 7.5 y 8.5. Suelos sódicos debido a las malas prácticas agrícolas.

SÀENZ, CARMEN (2020) en su tema “Utilización agroindustrial del nopal” resalta las características químicas y composición de nopales, procesos de campo para el uso de nopal, uso del fruto de nopal como subproductos alimentarios, utilización de cladios de nopal como subproductos alimentarios. Producción de alimentos para humanos, industrial de productos de no consumo humano, bioenergía así como fertilizantes todo ello a partir del nopal. También resalta el estudio agroindustrial del nopal en diversos países.

ZHU, JIAN. LIU JIPING y XIONG LIMING “Genetic Analysis of Salt Tolerance in Arabidopsis: Evidence for a Critical Role of Potassium Nutrition” en su trabajo de investigación muestran que al realizar un cribado para mutantes SOS (sales muy sensibles) busco aislar mutaciones con gen de fenotipo osos. Nos indican que sus estudios dieron como resultado 28 Alejos nuevos de sos1, nuevo mutantes de locus SOS2 así como un locus de tolerancia a sal SOS3. Basado en los resultados proponen modelos genéticos para mejorar la tolerancia a la sal en Arabidopsis los cuales se postulan SOS1, SOS2 Y SOS3. Componentes reguladores de la planta que manejan la nutrición de potasio en la planta en cual es vital para tolerar sales.

NICHOL, OLGA (2017) “Niveles de salinidad del agua de riego en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* var. *Longifolia*), en suelo arenoso” nos indica que en su estudio de investigación primero determinar la tolerancia en la lechuga romana a sales presentes en el suelo. para lo cual en su desarrollo se regó esta plántula con sal a diferentes concentraciones de sales 0,75; 1,4; 2,1; 3,4; 4,4; 6 y 7 dS.m<sup>-1</sup>. Si hicieron 3 repeticiones por cada tratamiento. se le cubrió todas las necesidades de riego a la planta y se encontró que la mejor calificación en distintos parámetros como peso, tamaño de planta, etc. Fue con el agua de riego de 2.1

dS/m mientras se concluye que la planta no fue gravemente afectada en ninguno de los tratamientos que se le dio.

En su tesis MACHADO, JESSICA (2018) "Evaluación de la eficiencia del biocarbón generado a partir de biomasa de macroalgas enriquecidas con metales para la remediación de suelos degradados químicamente" indica que la evaluación científico - tecnológica que viene siendo realizada dentro de la bahía de Quintero para la limpieza de aguas con macroalgas cultivadas, así como la generación de biocarbón. El objetivo fue la evaluación a niveles de laboratorio la eficiencia del biocarbón en la inmovilización del cobre en suelos degradados químicamente dentro del valle de Puchuncaví. Para lo cual se sembró *Lolium perenne* por 11 semanas lo cual demostró que el sustrato hubo aumento del pH dando tendencia ácida bajando en gran medida el cobre intercambiable en el suelo aumento de la producción de biomasa vegetal de tal manera los suelos que tendieron a aumentar su C.E bajaron el nivel de biomasa. En conclusión, el biocarbón con humus permite remediar los suelos del valle de Puchuncaví.

En su estudio PÉREZ-CUTILLAS, P. et al en su tema "EFFECTS OF THE TEXTURE AND ORGANIC MATTER VALUES IN THE ESTIMATION OF THE SOIL WATER CONTENT AT A REGIONAL SCALE" nos indica el planteamiento de dos metodologías para establecer propiedades hidráulicas del suelo. partiendo de la cantidad de agua en el suelo en dos valores de potencial, estos relacionados con la capacidad de campo y punto de marchitez. El primer método es de forma directa en valor de estimación de variables ambientales. Y la segunda estimación a partir de los parámetros: textura y materia orgánica. La comparación de ambos métodos permitirá comparar las textura y materia orgánica lo cual permitirá evaluar la conexión y eficiencia. Por lo cual se concluye que ambos métodos dan una gran consistencia aun habiendo diferentes en texturas de arena.

DELGADO, CRISTIAN et al (2019) "Caracterización fisicoquímica de suelos salinos agrícolas, en la localidad de Chicavasco, estado de Hidalgo, México. (Spanish)" indican que los suelos salinos poseen concentraciones altas de sales solubles que principalmente afectan el crecimiento de cultivos. Las plantas se suelen adaptar a condiciones desfavorables dependiendo de otros parámetros físico y químicos del

suelo para poder proponer un método de remediación biológico los resultados muestran contenido elevado de sodio intercambiable por lo cual el desarrollo vegetal es poco favorable.

SANCLEMENTE, OSCAR YACUMAL, VIVIANA y PATIÑO, CARLOS (2017) en su estudio “Phosphate solubilizing bacteria isolated from three agroecosystems of Valle del Cauca (Colombia)” nos explica que la disposición de fósforo para el suelo es muy poco debido a que los factores para su degradación y fijación son tediosos y largos. Su trabajo se centró en la evaluación de la degradación de fósforo por microorganismos nativos en tres micro cultivos caña de azúcar (CAÑ), pastizal (PAST) y guadual (GUAD), localizados en la hacienda Cantaclaro de Palmira (Colombia).

AVELINO, CARMEN (2018) “Aplicación de biofertilizantes para la recuperación de suelos degradados por salinidad en el distrito de Huachipa-Lima” es su proyecto no refleja el interés por el uso de biofertilizantes para tratar suelos afectados por salinidad en Huachipa. Se obtuvieron 9 puntos de muestreo y la variedad de 3 tipos de biofertilizantes bio10-90, bio50-50 y bio25-75. Lo cual condujo a valores de materia orgánica: 5.12%, el pH a 7.58, la conductividad eléctrica (CE) a 4.13 dScm la relación de adsorción de sodio (RAS) a 8.27 y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) a 8.44 % Además, los valores del Factor de recuperación son mayores que la unidad, concluyendo que los 3 biofertilizantes son adecuados para tratar suelos afectados por salinidad.

ZUÑIGA, ORLANDO et al (2011) “Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos degradados por Salinidad” nos cuenta como los problemas de salinidad en suelos generan problemas con el crecimiento de los cultivos. Ante esta problemática se propone el uso de tratamiento no convencionales como: ) Biofertilizantes, 2) Biopolímeros y 3) Electromagnetismo comparados frente a la propuesta: 4) Convencional con base en la teoría del USDA (United States Department of Agriculture) de enmiendas químicas (yeso - azufre). A lo cual se le añade la electro estimulación a microorganismos.

TACUA, RAÚL. AGUIRRE, LUCRECIA y FLORES, ENRIQUE (2015) "INFLUENCIA DE LA REVEGETACIÓN CON ESPECIES NATIVAS Y LA INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA RECUPERACIÓN DE PASTIZALES DEGRADADO" para lo cual se hizo una investigación con enfoque colaborativo dentro de un ecosistema montañoso cuya finalidad fue la investigación y forestación con gramíneas nativas claves (*Festuca humilior* y *Calamagrostis macrophylla*) y añadirle abono natural para recuperar un pastizal degradado. El tiempo de estudio fue de 1 año. En los resultados se confirma la mejora del suelo y su fusión hidrológica por lo cual se concluye que la forestación con gramíneas nativas claves (*Festuca humilior* y *Calamagrostis macrophylla*) es eficiente.

BARBERO, FLORENCIA (2010) "Evolución del carbono en suelos provenientes de monte bajo siembra directa (SD) del área subhúmeda templada y subtropical de Argentina" analiza los efectos que puede tener la siembra directa con la recuperación de suelos en los cuales afectan diversos factores como el clima, carbono orgánico, pH, arcilla, nitrógeno total y fósforo. El beneficio "demostrado" de la SD sobre el secuestro de C está supeditado a las condiciones agroecológicas y de manejo como así también a las interacciones entre las propiedades físicas y químicas de cada suelo.

ANDREAU, RICARDO et al (2020) "DEGRADACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE DOS SUELOS DEL CORDÓN HORTÍCOLA PLATENSE. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO" la actividad típica de la agricultura genera desgaste y degradación de los suelos. Una de las problemáticas más resaltante es la salinidad que presentan los suelos degradados, así como la presencia de compuestos tóxicos generando pérdida de la fertilidad. Objetivos: a) determinar el impacto consecutivo de hasta 21 años de uso intensivo bajo cubierta sobre diferentes propiedades químicas y físico-químicas en dos suelos del área; b) estudiar el efecto de la aplicación de diferentes enmiendas orgánicas y químicas sobre variables químicas, físicoquímicas y físicas. Se comprobó un deterioro progresivo de las cualidades productivas de los suelos a causa del aumento lineal del pH y curvilíneo de la sodicidad (RAS) y la salinidad (CE), disminución curvilínea del COT e incrementos irregulares de P extractable, muy elevados en algunos casos.



ZALBA, PABLO et al (2020) "IMPROVED FIELD METHOD FOR ESTIMATING SOIL SALINITY" La problemática de la salinidad y su afectación en suelos de todo el mundo. La finalidad del estudio es proponer la posibilidad de implementación de métodos más sencillos para en análisis de estimación de la salinidad para suelos método eficiente de la estimación de la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación (CEex) fue desarrollado a partir de las lecturas en una pasta saturada. Haciendo comparaciones de encontró que hay mucha cercanía del valor de C.E hallado en la pasta que en los método tradiciones de estimación de E.C para suelos y el pH siguió el mismo rumbo.

GUADARRAMA, ANGELICA. MEJIA, JAIME y RAMÌREZ MARITHZA (2018) "Mineralización de la materia orgánica en suelos con manejo diferencial en cultivo de rosa" nos comenta como la industria florícola tiene un impacto sobre el suelo sobre todo en la materia orgánica. La finalidad del trabajo de investigación ha sido la mineralización de M.O a través de C.CO2 en sistemas de manejo diferencial de cultivos de rosa SPC), orgánico (SPO) y convencional-orgánico (SPCO). se cuantificó mensualmente el contenido de N orgánico, nitratos y materia orgánica. lo cual impactó negativamente en la actividad microbiana y por lo tanto en una baja mineralización de la materia orgánica.

TRINIDAD, A. y VELASQUEZ, J. (2016) "IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO" enfoca la problemática de los suelos mexicanos resalta la baja disponibilidad de materia orgánica. resaltando los suelos con 1% de M.O solo aportan 17.4 kg de N por hectárea a comparación de uno rico en M.O que está dentro del 4% y los valores de nutrientes esenciales varia con el aporte de M.O al suelo siendo de vital importancia con problemas de degradación. Por lo cual se recomienda añadir M.O con compost y vermicompost.

RAMOS, C. OBRADOR, J. GARCIA, E. PÈREZ, J. y CARRILLO, E. (2016) "EFECTO DEL ENCALADO EN LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN UN SISTEMA AGROFORESTAL" resalta el volumen de caoba proveniente de las selvas de América tropical y su depredación desmedida en su habitat regular. Por l cual en la actualidad se están proponiendo alternativas que detengas estas prácticas no sustentables al medio ambiente. Para lo cual se estudió el impacto del

encalado en la materia orgánica del suelo. Los resultados mostraron efectos positivos del encalado sobre Cos y Nin en los primeros 40 cm. En el desarrollo de la caoba, se encontraron diferencias estadísticas en altura y diámetro.

La calidad del suelo se define como “la capacidad del suelo de funcionar, dentro de las fronteras del ecosistema y el uso de la tierra, manteniendo la calidad ambiental y fomentando de vegetación, animales y el ser humano” (FAO, 2019).

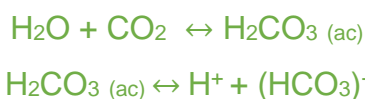
El suelo no es categorizado en “bueno” o “malo”. por motivo que su enfoque se da en el uso que a este se le dé. así mismo la mayoría cuenta con características en el cual requieren una intervención del manejo para así no enfrentar problemas en la producción o degradación del mismo.

El suelo y su calidad. Es cambiante, así como los suelos reaccionan de forma diferente a medida que las metodologías son planteadas sobre él. Se añaden los parámetros de calidad del suelo; propiedades físicas, químicas y biológicas relacionadas activamente (FAO,2019).

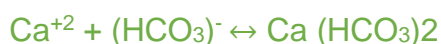
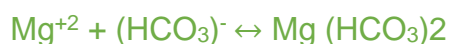
El suelo por naturaleza tiene químicos y progresivamente se acoplan entre fases sólidas, líquidas y gaseosas. También las características físicas, químicas y biológicas y las variaciones de estas llegan a ser casi indeterminables (FAO,2019).

Los suelos salinizados suelen tener origen por procesos naturales, así como procesos antrópicos. En zonas áridas de fuerte evaporación, como en la costa por causa del agua marina, el proceso de salinización ocurre de manera natural. Las actividades antrópicas son la agricultura, regulación por diques, así como canales de agua que ingresa al suelo causa salinización en los suelos (Eleonora et al., 2015).

Dado que el CO<sub>2</sub> interacciona con el suelo se presenta el ingreso de co<sub>2</sub> que es muy soluble en agua a los poros del suelo lo cual da la reacción:



Donde el H<sup>+</sup> aporta acides al suelo en parcial medida y el bicarbonato interactúa con los cationes libres en el suelo.



El bicarbonato de calcio tiene solubilidad intermedia lo cual conlleva a un aumento del efecto nocivo de la sal al suelo. a su vez el carbonato de calcio presenta baja solubilidad.

Esto se demuestra en figura 4. Potencial de solubilización de sales presentes en suelos mayormente salinos.

**Salinidad**

- $CE_{EPS} > 4 \text{ dS.m}^{-1}$ ;  $PSI < 15\%$ ;  $RAS < 10$
- **Cationes:**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  → Cationes no ácidos
- **Aniones:**  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{NO}_3^-$  → Puede afectar el pH del suelo por generación de  $\text{OH}^-$

Aniones neutros

$$\text{CO}_2 \text{ Atm} \leftrightarrow \text{CO}_2 \text{ Suelo}$$

$$\text{CO}_2 \text{ Suelo} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CO}_3^{=} + 2\text{H}^+$$

- Presencia de sales solubles de los iones:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$
- Bajo contenido de sales:  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{CaSO}_4$

**Evidencias**

- $\text{pH} < 8,5$
- Suelo floculado y de buena permeabilidad
- Costras blancas en superficie.




Figura 1. Condiciones y proceso de salinidad en suelos.

Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos

Los suelos salinos tienen la concentración de sales más solubles que el carbonato de calcio y yeso limitando el proceso de crecimiento de vegetación. Muchos de los suelos que sufren por grandes concentraciones de sales identificadas como Solonchak y tienen el parámetro de Conductividad Eléctrica mayor a 4 Ohms/cm. Las sales interfieren en la absorción de los nutrientes de la vegetación y la

producción microbiana en el suelo. La salinidad afecta diferentes tipos de suelos en menor gravedad y puede llevar al reconocimiento de fases salinas que se encuentran en cultivos delicados por la salinidad (espinacas) (FAO.2019).

- Las sales que causan más problemas al suelo y a los cultivos son:  $\text{NaCl} > \text{MgCl} > \text{NaHCO}_3 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgSO}_4$ .



Figura 2. Sales que afectan el suelo (orden jerárquico).

Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos.

Tipo de Suelo	pH	CE (dS/m)	RAS	Tipo de Sales Predominantes	Clima
<b>SALINO</b>	Ligeramente alto 7-8,5	Alta > 4	Baja <5	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{NaCl}$ ( $\text{CaCO}_3$ y $\text{CaSO}_4$ precipitados)	Árido, Semiárido
<b>SALINO-SÓDICO</b>	Ligeramente alto 7-8,5	Alta > 4	Moderada a baja 5-10	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{NaCl}$	Árido, Semiárido,
<b>SÓDICO</b>	Alto >8,5	Mediana a baja 2-4	Alta >10	$\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$	Árido, Semiárido, Subhúmedo, Húmedo
<b>SALINO-ÁCIDO</b>	Bajo <5,5	Alta > 4	Baja <5	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{NaCl}$ y $\text{Al}(\text{OH})_2^-$	Árido, Semiárido, Subhúmedo, Húmedo

Figura 3. Diagnóstico de afectación por sales.

Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos.

La salinización, modificación de terrenos e inundaciones conllevan impactos poco favorables dentro de la producción agrícola, la calidad de vida de agricultores económicamente en diferentes estratos, el balance ecosistémico y también la condición de los recursos naturales. Los impactos consecuentemente no sólo se manifiestan en las granjas, también en el horizonte paisajístico. En muchos países definen graves inconvenientes en el desarrollo sostenible (FAO, 2019).

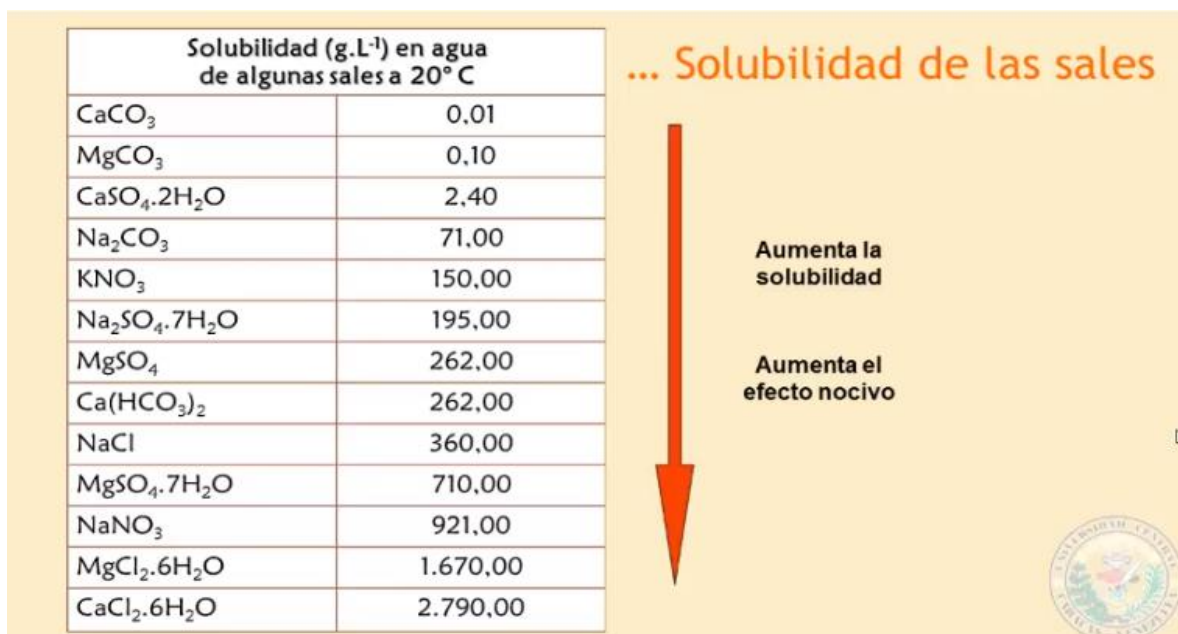


Figura 4. Potencial de solubilización de sales presentes en suelos mayormente salinos.  
 Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos.

**Propuesta de categoría de solubilidad (Villafañe, 2010)**

Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> )	Muy baja (< 10 mmol <sub>+</sub> .L <sup>-1</sup> )
Carbonato de magnesio (MgCO <sub>3</sub> )	
Bicarbonato de Calcio (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	Baja (10 – 20 mmol <sub>+</sub> .L <sup>-1</sup> )
Bicarbonato de Magnesio (Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	
Sulfato de calcio (CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O)	Intermedia( 20 – 1.000 mmol <sub>+</sub> .L <sup>-1</sup> )
Bicarbonato de sodio (NaHCO <sub>3</sub> )	Alta (1.000 – 10.000 mmol <sub>+</sub> .L <sup>-1</sup> )
Sulfato de magnesio (MgSO <sub>4</sub> )	
Cloruro de sodio (NaCl)	
Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	
Carbonato de sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	
Cloruro de magnesio (MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	Muy alta (> 10.000 mmol <sub>+</sub> .L <sup>-1</sup> )
Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	



Figura 5. Categorización de solubilidad Villafañe 2010.  
 Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos.

Para prevenir la aglomeración desmedida de sales en la zona radicular, el agua que se usará para el riego, así como la de lluvia debe ser vertida en abundancia maximizando el nivel de evaporación que se requiere para el cultivo. La lixiviación se puede posponer para seguir las fases máximas del aumento en el cual el estrés se puede evitar. Durante las épocas calurosas se puede prevenir mediante el riego.

La lixiviación se vuelve efectiva cuando la necesidad de evapotranspiración es mínima, por ejemplo, en la noche, cuando la humedad esté elevada y en climas fríos o fuera de la temporada de cultivo (FAO,2019).

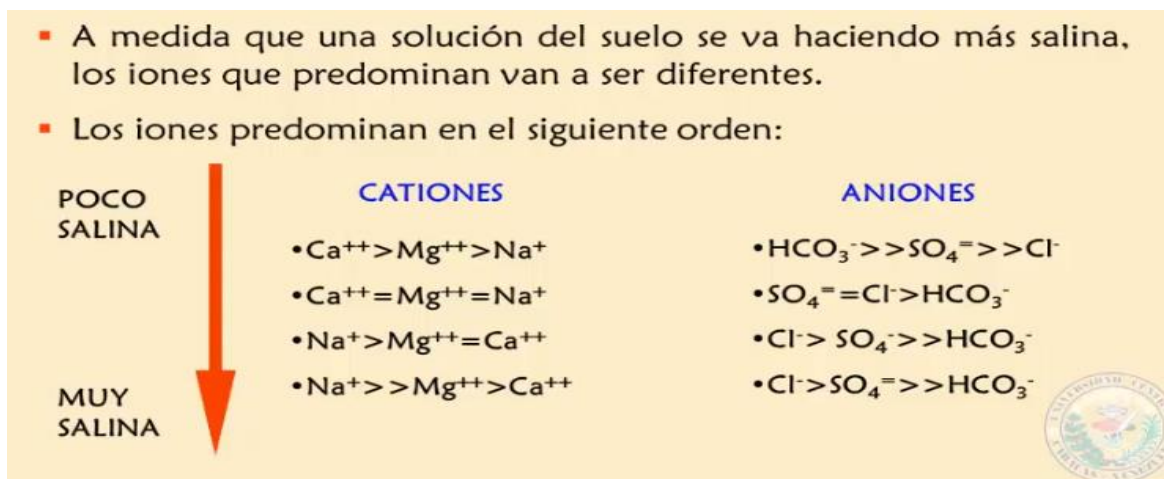


Figura 6. Acumulación de sales en el suelo.

Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos.

Estructura del suelo (textura y color), el suelo cuenta con partículas como arcilla, limo y arena. las cuales se juntan para crear agregados de mucho mayor tamaño conocidos como peds. en su estructura afectan la aireación, movimiento de agua, conducción térmica, crecimiento de raíces, y su oposición a la erosión. su componente más importante cuando se nombra la estructura del suelo es el agua por su capacidad de solución y hacer precipitar los minerales, así como el aumento de vegetación (FAO,2019).

Densidad del suelo (real y aparente), cuando se halla este parámetro obtenemos la porosidad íntegra del suelo cuenta con 2 tipos. Real y aparente. La real es aquella que ve las partículas densas en el suelo, cambia dependiendo de la relación de los elementos compuestos en el suelo. aproximado de 2.65. si la densidad revela ser alta entonces tendremos un suelo compacto o tenor alto de partículas granuladas como la arena. si la densidad aparente resulta ser baja no señala indispensablemente que el entorno favorezca el crecimiento de las plantas (FAO,2019).

Movimiento de agua en el suelo (espacio aéreo y porosidad), la circulación del agua por el suelo sucede a consecuencia de varios tipos de fuerza como la gravedad, ascenso capilar y osmosis. entre firmeza de succión 0 y 1/3 bar el agua circula entre

el suelo por la gravedad. cuyo fenómeno es llamado flujos no saturados. estos flujos se calculan en campo por la Conductividad Hidráulica. Se obtiene información importante cuando el agua fluye por el suelo interviene la descripción de suelos sus tipos de drenaje, así como sus características (propiedades gléyicas y stágnicas) (FAO,2019).

Calidad del agua	CE (dS.m <sup>-1</sup> )	Contenido de sales solubles (g.L <sup>-1</sup> )*	RAS	Toxicidad por Cl <sup>-</sup> (g.L <sup>-1</sup> )**	Toxicidad por sulfatos (g.L <sup>-1</sup> )**	Toxicidad por sodio (g.L <sup>-1</sup> )**
Buena	< 0,7	< 0,45	< 8	< 0,30	< 0,50	< 0,25
Media	0,7 – 3,0	0,45 - 2	8 - 16	0,30 – 0,70	0,50 – 1,20	0,25 – 0,60
Mala	> 3	> 2	> 16	> 0,70	> 1,20	> 0,60

Figura 7. Calidad de agua para riego agrícola.

Fuente: Universidad central de Venezuela (facultad de agronomía). Química de suelos

Materia Orgánica del suelo (MOS), la cantidad de materia orgánica es señalador de su gran importancia para poder reconocer el estatus presente del suelo y su fertilidad. Así como el fundamental elemento de MOS, es el carbono orgánico COS. comúnmente se les confunde. El incremento de este refiere una interpretación de la capacidad que tiene el suelo de atrapar el carbono atmosférico y reducir su relevancia en el efecto invernadero. Hoy en día se tiene información que en muchas partes del mundo la cantidad de MOS decayó drásticamente lo que se refleja en el mapa mundial dado por la FAO (2019)

Gran parte de este cambio es por acción antrópica. En la gran mayoría de países tropicales del mundo, la ganadería se da en suelos poco fértiles. así mismo los pastizales duraderos. que están por toda la superficie del suelo, lo cuidan frente a la erosión hídrica, así como eólica, notándose mucho más en zonas con pendiente (Crespo,2018).

Tiene tanto componentes orgánicos como inorgánicos. La materia orgánica del suelo posee sustancias húmicas que tiene gran estructura molecular como: los fenoles (OH), alcoholes (OH), ácidos carboxílicos (COOH) y quinones (C=O). esta sustancia está clasificada en tres estratos Acido fúlvico, acido húmico y huminas.

La sustancia húmica permite la degradación fotoquímica por lo general reacciones de oxidación de la materia orgánica por lo cual se producen

HIDRATOS DE CARBONO → COOH (ácido carboxílico), OH (alcohol), OH (fenol).

Los cuales poseen propiedades ácido-base dándole al suelo capacidad de amortiguar el pH así como su capacidad acomplejante para cationes metálicos (Alcalino-térreos) como calcio y magnesio.



Figura 8. Sustancias Húmicas

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Química de suelos) 2019.

El aumento de sustancia húmica permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, la estabilidad fotoquímica (anillos aromáticos resistentes a la radiación), mejora en la retención del agua y mantener una temperatura adecuada para el microbiota del suelo.



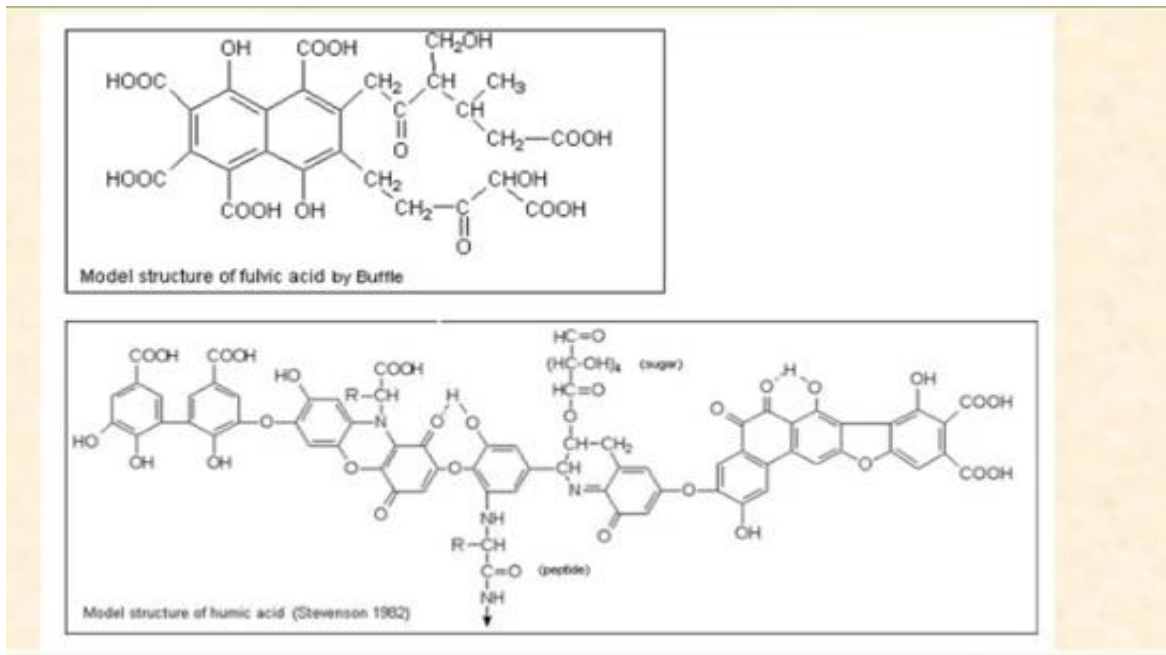


Figura 9. Modelo de ácido fúlvico y húmico.

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Química de suelos) 2019.

Los suelos típicos suelen tener un pH entre 5-8 lo cual les permite tener grupos funcionales desprotonados (cargados negativamente) para poder facilitar la retención de sodio, potasio, fósforo y nitrógeno. Debido a su pKa a menor medida más H<sup>+</sup> liberados entonces mayor capacidad para unir cationes Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup>

Donde:  $(-\text{COOH}) + \text{Ca}^{+2} \leftrightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca}$  (sal de calcio del ácido carboxílico)

Carboxílico	R--C=O--OH	pKa = <5
Enol	R--CH=CH--OH	pKa = 6-7
Fenol	Ar--OH	pKa = 6
Quinona	Ar=O	pKa = 6-7
Alcohol	R--CH <sub>2</sub> --OH	pKa = 9
Eter	R--CH <sub>2</sub> --O--CH <sub>2</sub> --R	
Cetona	R--C=O(--R)	
Aldehído	R--C=O(--H)	
Ester	R--C=O(--OR)	
Amina	R--CH <sub>2</sub> --NH <sub>2</sub>	
Amida	R--C=(--NH--R)	

Figura 10. Grupo funcionales en la materia orgánica del suelo.

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Química de suelos) 2019.

La mayor parte del fósforo del suelo tiene origen del proceso de meteorización del mineral apatita cuyo contenido es de calcio y fósforo en su mayoría. En este proceso se generan una variedad de compuestos que van al suelo y uno importante es el ion trifosfato que es usado por las plantas, así como los ortofosfatos que están en diminutas cantidades en el suelo (Rodríguez, 2016).

El fósforo es de poca versatilidad en el suelo en su mayoría. Por lo usual está donde fue colocado por el proceso de meteorización, es de fácil movilidad en suelos tipo arenosos más que arcillosos (Rodríguez, 2016).

La materia orgánica presente en el suelo es una característica ligada al fósforo que está disponible para las plantas por el motivo que presenta muchas más cargas negativas, por tal motivo los hidróxidos de hierro y aluminio negando que se manifiesten sobre el  $\text{H}_2\text{PO}_4$  con  $\text{Fe}^{3+}$  el cual deja a disposición el fósforo que a mayor humedad aumenta la disposición de este elemento, por motivo que a mayor cantidad de agua mayor cantidad de fosfatos estarán disponibles en solución disponible para las plantas (Llanos, 2017).

Un punto de vista resaltante que abarca la fertilidad fosfatada. es comprobar las teorías sobre las fuentes frecuentes de fósforo, por ejemplo, el fosfato monoamónico (MAP) así como superfosfato triple. relacionado con fosfato natural. conjugado a un compuesto orgánico. modifica tentativamente la población microbiana del suelo, notándose sobre el fósforo a disposición del suelo (Silva et al., 2016).

Recientemente se está volviendo tendencia el uso de biofertilizantes asociados a la fertilidad del suelo, varios estudios en base a la utilización de microorganismos se encontró mayor presencia de fósforo en el suelo, que significa eficiencia dentro de la fertilización fosfatada. Sin embargo, otros autores desacreditan esta teoría. Entonces, la opción de incrementar el fósforo en el suelo es agregar residuos orgánicos que aporten a la fertilización fosfatada como cachaza que concentra grandes cantidades de fósforo, así que podría reemplazar a los fertilizantes mineralizados (Silva et al., 2016).

Capacidad de intercambio catiónico, el suelo y su química contiene apariencia de soluciones, así como química de fases sólidas y su roce. Importantes macronutrientes y micronutrientes, así como parámetros importantes para el suelo y sus características (Rodríguez, 2016).

El curso variable, así como el motivo del por qué las partículas sólidas del suelo usan los iones en fase líquida y solando otros iones en cantidades relativamente iguales generando una armonía entre estos dos. así se genera reservas para las plantas este mecanismo conocido como capacidad de intercambio catiónico tiene como sistema en la dinámica de los cationes absorbido en el suelo y los cationes en solución del mismo. El origen del intercambio iónico es generado por desórdenes eléctricos entre partículas del suelo. Para lograr estabilizar cargas se atraen iones, así mismo en la superficie son tenuemente sujetadas al suelo así es como se puede generar el intercambio con la solución que hay en el suelo (Rodríguez, 2016).

Potencial Hidrogeno, el pH en el suelo es muy importante en variación si la zona sea árida semiárida y subhúmeda con reservas de calcita en su subsuelo. el carbonato de calcio controla el buffer. acumulando grandes fuentes de calcio en el suelo. Estas circunstancias son fundamentales para la acción de microorganismos y la síntesis húmicas en tiempos de sequía, así como en ausencia de microelementos en medio alcalino o neutro. Esto determinará el tipo de vegetación que crece en el suelo (Hernández et al.,2018).

Las características que le dan al suelo un valor en el pH son variables, principalmente el origen natural del suelo, así como características originarias bióticas climáticas complejo adsorbente (saturado en cationes ácidos o básicos) (Rodríguez, 2016).

La absorción de los nutrientes presentes en el suelo está ligada al pH así como se puede evitar a determinadas condiciones de pH entonces no es posible absorber estos nutrientes influyendo en la disponibilidad de varios elementos como el nitrógeno fósforo potasio entre otros. Las variaciones del pH generan precipitados los cuales bajan su disponibilidad para las plantas (Rodríguez, 2016).

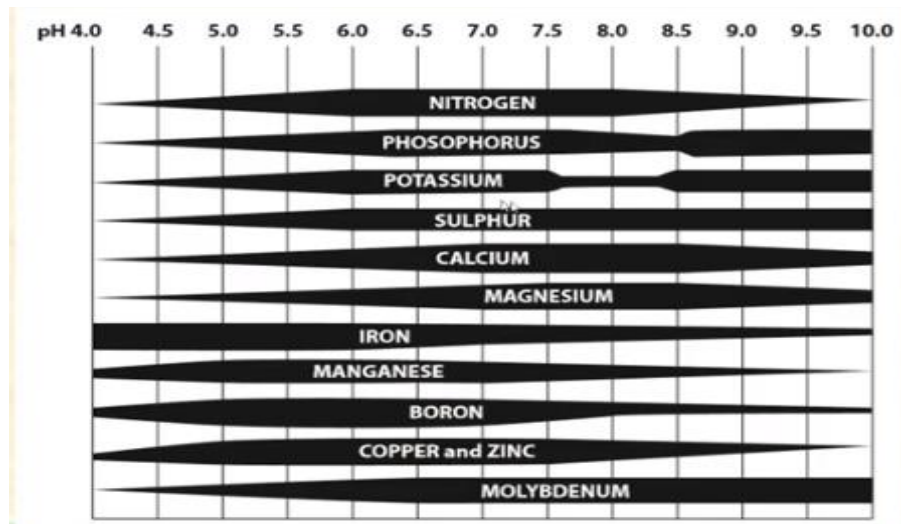


Figura 11. pH y fertilidad (acceso a nutrientes).

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Química de suelos) 2019.

El problema principal de un suelo es la alta presencia de carbonato cálcico que ocasiona una baja absorción de nutrientes por parte de la planta. En ese sentido por muchos nutrientes tenga el suelo estos no podrán ser usados para el crecimiento de las plantas, retenidos por el calcio generando compuestos insolubles (Rodríguez, 2016).

Una posible solución para suprimir este problema es el uso de quelatos por lo cual el calcio no podrá suprimir a los elementos aprovechables y asimilables para las plantas (Rodríguez, 2016).

El nitrógeno, muchos elementos de gran utilidad para el suelo están generados a partir de la roca madre. El nitrógeno es la excepción ya que este elemento existe de forma natural en estado libre (específicamente en la atmósfera). este elemento se encuentra en mayor disposición en los suelos cálidos con buena aireación, humedad y baja acidez. El nitrógeno es de vital importancia para las plantas agrícolas y son absorbidas en sus formas aniónicas como nitratos (Rodríguez, 2016).

Tanto el nitrógeno como carbono son muy importantes en el suelo por su relación muy cercana con su fertilidad y calidad, asociados también a los impactos negativos en el ambiente. tanto el carbono como nitrógeno están muy relacionados en sus

respectivos ciclos, asegurando que el aporte de carbono en el suelo está directamente relacionado con la disposición de nitrógeno en este mismo. Estudios han determinado que el uso, tipos y prácticas que se realicen en el suelo tienen relación con la disponibilidad de carbono y nitrógeno total en el suelo. Por lo tanto, se entiende que los cambios de uso para el suelo, así como la vegetación que tenga afecta directamente la resolutiva relación entre carbono y nitrógeno, así como la cantidad disponible en el suelo (Acevedo et al.,2018).

El nitrógeno no puede ser utilizado directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias), para lograr esto ocurre una fijación, amonificación, nitrificación, asimilación y desnitrificación (Rodríguez, 2016). Se aprecia en la figura 13.

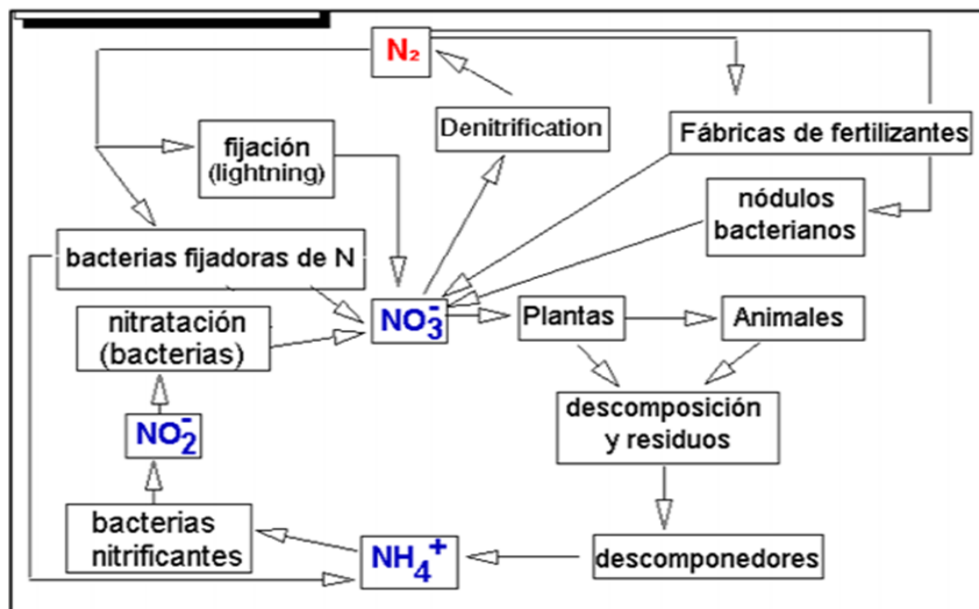


Figura 12. Ciclo del nitrógeno.  
Fuente: MINAM 2020

Las concentraciones elevadas de cloruros han sido asociadas al deterioro de las calidades de las aguas subterráneas, así como las de aguas superficiales. Muchos investigadores catalogan a los cloruros como un contaminante sin prioridad relevante según la EPA (agencia de protección ambiental de EE. UU). Los seres vivos impactados por cloruros en límites de toxicidad de 150 a 330 mg/L, según la especie afectada. La EPA decreto que 230 mg/L es el umbral para la vida acuática, los cloruros en este rango no resultan

tóxicos para el ser humano, pero la EPA los considera como no potable (Ludwikowski et al., 2018).

Los cloruros son de origen natural, así como antropogénico. Los orígenes naturales pueden ser de almacenes geológicos, volcanes, océano, roca y suelo. Así como las fuentes antropogénicas pueden ser originadas por la agricultura, ganadería, industrias cloro-álcali, alcantarillas, agua residual y sal de camino (Ludwikowski et al., 2018).

Los Fosfatos en el suelo, la cantidad de fósforo, así como su disposición está ligada con el pH del suelo, de los cuales depende la solubilidad de hidróxidos de aluminio y hierro. A valores debajo de 6.5 de pH se generan fosfatos los cuales son un fertilizante inorgánico del suelo. y entre 7.5 y 8.5 se generan sales sódicas de fosfato que no son muy asimilables por las plantas y en el caso de un pH mayor a 7.5 se forma fosfato di cálcico que resulta muy poco solubles en agua, aun así, son poco útiles para las plantas (Llanos, 2017).

Hay variedades de fosfatos de calcio, el de flúor-apatito resulta ser insoluble sobre todos los demás así que tiene fósforo menos aprovechable. solamente los tipos de fosfato mono y di cálcico resultan sencillos de ser usados por las plantas a excepción de suelos frescamente fertilizados, la desventaja de estos compuestos es que se encuentra en cantidades muy pequeñas por motivo que se transforman en compuestos muy insolubles en agua (Llanos, 2017).

Los sulfatos se encuentran de manera natural en el suelo, así como en el agua freática y el ambiente. Suelen acumularse en la superficie de construcciones produciendo daños a largo plazo. El agua marina es rica en sulfatos (3 mg/l). En suelos esta cantidad es variable de 0.1 a 0.2 por ciento en peso a mayores. Los sulfatos más importantes contenidos en agua de mar son sulfato de calcio, magnesio y sodio (Portilla, 2015).

Hidrolizado de vísceras de pescado Los desechos del pescado están caracterizados por ser la parte que no es consumida por el hombre. Estos desechos según algunos autores constituyen el 50% del insumo primario y otros dicen que

entre el 38% y 70%, las características propias de estos residuos varían según los insumos químicos y físicos que contengan. pueden estar formados por una o varias especies de pescados (Rodríguez, 2017).

Estos productos secundarios tienen un valor comercial nulo. por estos motivos son desechados al no haber métodos eficientes para su aprovechamiento siendo limitados por la tecnología, generando impactos negativos al medio ambiente (Flores, 2017).

Una solución para estos residuos es el proceso de hidrólisis, al ser un foco de nutrientes. durante el proceso se disminuye el tamaño de los péptidos, cambiando características propias de las proteínas por lo tanto mejorando su valor funcional (Rodríguez, 2017).

Se usan los subproductos que generalmente son vísceras de pescado que casi siempre no tienen un uso para aprovechar y son desechados en agujeros en el suelo. A su vez esto generalmente tiene efectos negativos sobre el medio ambiente como la generación de vectores. Su influencia sobre aguas subterráneas y superficiales, mayormente en zonas de abundante lluvia. así como la contaminación de cuerpos receptores (agua, aire y suelo). Y generación de los GEI (Flores, 2017).

INEI asegura que la cantidad importada de fertilizantes químicos desde el 2005 viene aumentando como se muestra en la "tabla 1". Se conoce en el mundo la pérdida de la fertilidad del suelo por motivos de eutrofización, así como lixiviación que causan la degradación del suelo por el uso excesivo de fertilizantes químicos (Flores, 2017).

**Tabla 2.** Importación de fertilizantes en el periodo de tiempo 2006-2017

13.52 VOLUMEN DE IMPORTACIÓN DE FERTILIZANTES, 2005-2017									
(Toneladas métricas)									
Año	Total	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Fosfato de amonio	Superfosfato de calcio triple	Cloruro de potasio	Sulfato de potasio	Sulfato de magnesio y potasio
2005	663 215	247 865	61 216	108 548	139 578	1 871	62 759	26 699	14 679
2006	710 767	295 338	66 922	63 409	183 732	3 606	46 561	34 587	16 613
2007	898 227	367 786	109 160	93 529	135 929	242	104 738	55 776	31 066
2008	701 485	277 114	117 545	112 679	87 398	1 647	52 743	36 282	16 076
2009	777 249	424 976	22 971	104 207	159 052	5 949	42 940	10 508	6 646
2010	747 866	327 046	32 443	128 070	134 140	...	82 361	23 219	20 587
2011	821 787	382 875	31 037	120 616	129 386	1 988	63 791	47 565	44 529
2012	881 962	400 532	64 054	149 005	163 070	2 303	52 810	36 396	13 792
2013	905 305	365 079	55 561	181 557	157 391	2 643	81 033	47 180	14 861
2014	915 050	341 911	99 364	134 224	172 561	1 854	82 349	53 300	29 487
2015 P/	1 002 131	424 309	50 572	187 730	169 899	2 171	107 664	40 961	18 825
2016 P/	1 039 725	358 008	119 554	227 205	189 004	3 739	79 772	46 179	16 262
2017 P/	1 256 757	413 689	153 109	234 949	217 448	1 359	130 255	61 919	44 029

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas - Dirección de Estadística Agraria.

La generación de fertilizante es rentable a una pequeña producción inclusive para la gestión empresarial y asociaciones de productores minoristas (Flores, 2017).

La producción de biofertilizantes se da bajo condiciones de descomposición anaerobia de animales, así como plantas. que genera nutrientes que las plantas absorben muy fácilmente. usualmente para generar biofertilizante se realiza una mezcla agua, así como de una fuente rica en nitrógeno y una fuente que genere energía con microorganismos encargados de la transformación de la materia orgánica. su utilización regula el uso de productos químicos y su impacto negativo en el medio ambiente, generando productividad, ahorro y mejorando la calidad del suelo a largo plazo (Flores, 2017).

El proceso de hidrólisis se basa en la ruptura de los enlaces peptídicos y así tener como resultado aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular requiriendo una molécula de agua por cada enlace destruido (Flores, 2017).

Para la obtención del hidrolizado de residuos de pescado (viseras) se utilizó como materia prima los residuos generados en el comercio de pescado (toda especie comercial) en mercados locales del distrito de comas. Se le añadió la encima papaína obtenida del fruto carica papaya en proporción 1 a 1 en peso para poder



generar la hidrolisis vía enzimática fermentando de manera anaerobia por 72 horas para luego filtrar el líquido obtenido. Luego se procede a diluir lo obtenido en agua potable en una proporción de 3.5 para estabilizar el pH y dispersar los nutrientes.

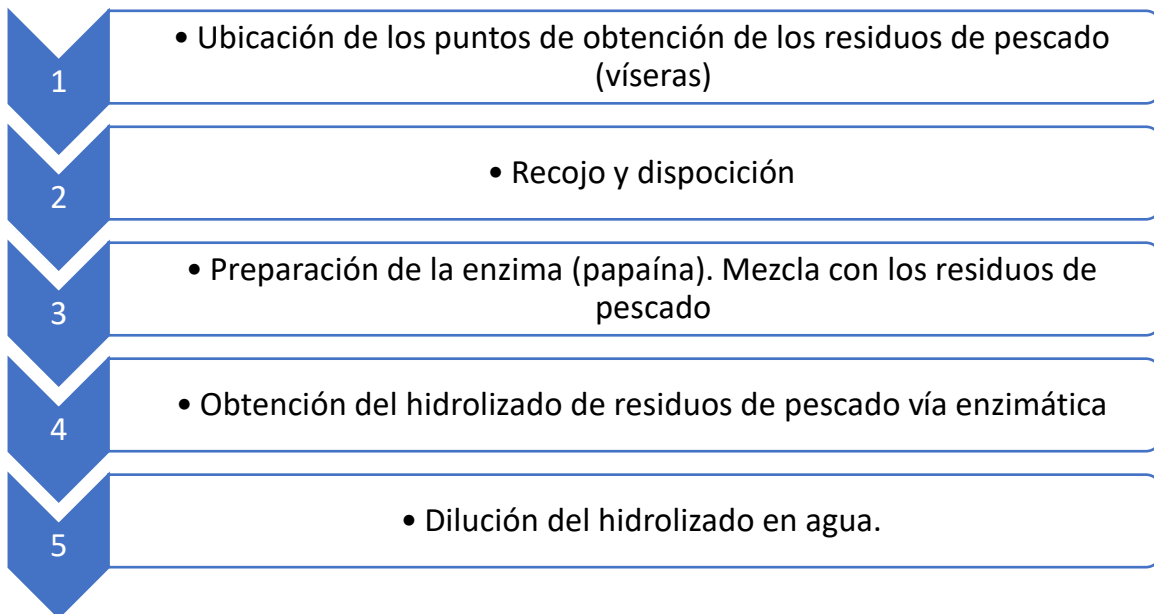


Figura 13. Obtención de hidrolizado de residuos de pescado.  
Fuente: Elaboración propia

La matriz de tejido óseo de aves está formada por contenido mineral en un 50 a 70 %, 40% es matriz orgánica, 5 a 10 % es agua y menos de 3 % es lípido. Su contenido general es fosfato de calcio en forma de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$ ), así como pequeñas cantidades de carbono, magnesio y ácido de fosfato. El contenido de la matriz orgánica es de 90 a 95% de colágeno tipo 1. Estas características del hueso dependen de su composición debido a las sustancias inorgánicas le dan dureza, resistencia y tracción. En vez de las sustancias orgánicas que le proveen de elasticidad (PECEROS, 2015).

Se obtuvo la matriz de tejido óseo aviar de la recolección de residuos semi cocidos del ave *Gallus gallus domesticus* de locales de comida y hogares, darles limpieza para si poder obtener su matriz limpiar de impurezas en forma de polvo a través de la técnica de deshidratación y molido.



*Figura 14.* Obtención de polvo de restos óseos aviares (*Gallus gallus domesticus*).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación será aplicada y el diseño aplicado será tipo experimental.

#### 3.2 Variables y operacionalización

Las variables que se trabajarán en este estudio serán: Hidrolizado de residuos de pescado, matriz de tejido óseo aviar.

El proceso de hidrólisis se basa en la ruptura de los enlaces peptídicos y así tener como resultado aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular requiriendo una molécula de agua por cada enlace destruido (Flores, 2017).

Los hidrolizados de proteína de pescado haciendo uso de las proteasas (que dejan las propiedades funcionales intactas que han sido usadas por más de 50 años. nos dice que, a condiciones específicas de pH y temperatura, seguido del secado. Los cuales le da mejores propiedades funcionales que el pescado entero o el concentrado proteico de pescado.

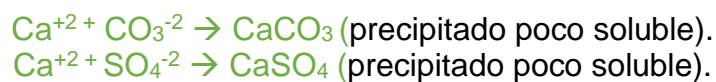
Reducción de la salinidad en suelos. La cantidad de fósforo, así como su disposición está ligada con el pH del suelo, de los cuales depende la solubilidad de hidróxidos de aluminio y hierro. A valores debajo de 6.5 de pH se generan fosfatos los cuales son un fertilizante inorgánico del suelo (Llanos, 2017)

En caso del añadido de matriz de tejido óseo aviar aporta un valor significativo de fosforo a través fosfato de calcio en su forma de hidroxiapatita



$(\text{H}_2\text{PO}_4)^- \rightarrow \text{PO}_4^{-3}$  (disponible) en forma de fosfato a condición de pH ácido.

Luego de ello se tiene que el calcio libre interacciona con los cationes del suelo que causan salinidad:



Los cuales al disminuir la solubilidad son menos nocivos para el suelo como indica la tabla de potencial de solubilización de sales presentes en suelos mayormente salinos.

Equilibrio químico en medio ácido del fosfato de calcio en su forma hidroxiapatita.

### **3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis**

La población en este estudio está representada a través de los suelos salinos dentro de Lima.

La muestra está determinada por los suelos del distrito de Comas para lo cual se usará una cantidad de 60 kg para las muestras que serán obtenidas a través de la Guía para muestreo de suelos en el marco del D.S N° 002- 2013 MINAM y Fe de erratas. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

El muestreo empleado será el de identificación por motivo que este tiene como finalidad determinar la contaminación del suelo por toma de muestras y analizar si cumple las normas dictadas a nivel nacional e internacional para el cuidado de los suelos. Se tomarán 30 muestras de suelo en un área experimental de 13.76 m<sup>2</sup> y 0.25 m de profundidad para su posterior tratamiento.

Durante el proceso de obtener la muestra se usó el método de rejillas regulares siguiendo el protocolo establecido en la Guía para muestreo de suelos en el marco del D.S N° 002- 2013 MINAM y Fe de erratas. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

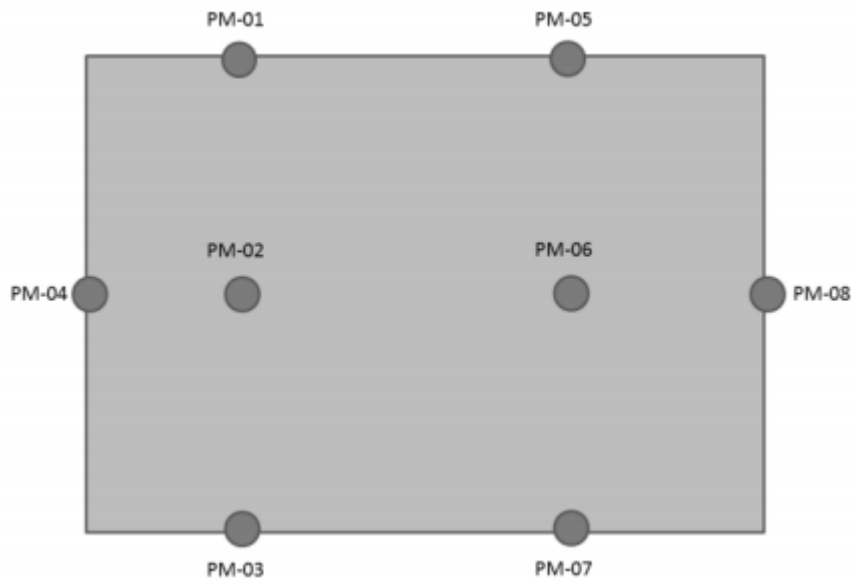


Figura 15. Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación regular: forma rectángula.

Fuente: Guía para muestreo de suelo en el marco del D.S N.º 002-2014 MINAM

### Preparación del área experimental

Tabla 3. Distribución de muestras para tratamientos “T1” “T2” y “T3”

M1	M1	M1	M1	M1
M1	M1	M1	M1	M1
M2	M2	M2	M2	M2
M2	M2	M2	M2	M2
M3	M3	M3	M3	M3
M3	M3	M3	M3	M3

M1: Matriz de tejido ósea aviar.

M2: Hidrolizado de residuos de pescado.

M3: Matriz de tejido ósea aviar e Hidrolizado de residuos de pescado.

Tabla 4. Recomendaciones acerca de la aplicabilidad de los patrones de muestreo

Patrón de muestreo	En identificación y caracterización	En remediación
<b>Con distribución uniforme</b>		
Rejillas regulares	Recomendado ampliamente	Recomendado ampliamente
Rejillas triangulares	Recomendado ampliamente	Recomendado ampliamente
Rejillas circulares	Recomendado en sitios donde hayan ocurrido fugas o derrames puntuales	Recomendado en sitios donde se aplique una remediación in situ en contaminaciones puntuales

Fuente: (D.S N° 002- 2013 MINAM) Adaptado de SEMARNAT (2010).

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica a usarse será la observación la cual tiene como finalidad juntar e interpretar las acciones, conductas, intervenciones de los objetos. así como personas justo como se realizan rutinariamente. Por lo cual se prioriza contextualizar dichos comportamientos sin alterar su normal desarrollo.

Para el preparado de hidrolizado de residuos de pescado se utilizó la técnica de degradación vía enzimática cual consiste en degradar las proteínas en péptidos de menor tamaño y maximizar su función aportante de nutrientes para el suelo a tratar, así como la obtención de la matriz de tejido óseo aviar se recolecto residuos semi cocidos del ave *Gallus gallus domesticus* de locales de comida los cuales fueron molidos para disminuir su tamaño.

En el monitoreo inicial y toma de muestras se aplicó el método de rejilla regular dado en la guida de monitoreo de suelos contaminados en el marco del Decreto supremo N° 002-2013 MINAM. Estándares de calidad ambiental para suelo. Así como también para lograr la caracterización del suelo. se tomó muestras a 25 cm de profundidad en un área de 13.76 m<sup>2</sup>.

**Tabla 5.** Profundidad del muestreo según el uso del suelo

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

Fuente: Guía para muestres de suelo en el marco del D.S N° 002- 2013 MINAM

- Profundidad de aradura.
- Capa de contacto oral o dermal de contaminantes.
- Capacidad máxima alcanzable por los niños.

### 3.5 Procedimientos

Las características fisicoquímicas del suelo se determinarán en el MI (muestreo de identificación). Luego proceder a la fase de caracterización en estado inicial antes del tratamiento, para lo cual se considerará los siguientes parámetros fisicoquímicos: Temperatura, características organolépticas, textura, compactación/Consistencia, humedad, componentes densidad real, densidad aparente.

Los análisis de parámetros fisicoquímicos del hidrolizado de residuos de pescado Serán determinados en laboratorios certificados, de los cuales se obtendrán los parámetros para su posterior comparación en la determinación de reducción de salinidad. Los parámetros a determinar son los siguientes: pH, conductividad eléctrica (C.E).

Los Análisis de parámetros fisicoquímicos de la matriz de tejido óseo aviar serán determinados en laboratorios certificados, de los cuales se obtendrán los parámetros para su posterior comparación en la determinación de reducción de salinidad. Los parámetros a determinar son los siguientes: Materia orgánica (%) y materia inorgánica (%).

La aplicación será una dosis a la semana. 1 aplicación cada semana por 2 meses. En la determinación del área que se utilizara en la investigación se tomara como referencia 13.76 m<sup>2</sup> que al multiplicado por 0.25 m de profundidad, se tiene un volumen de 3.44 m<sup>3</sup> de suelo experimental. Los cuales en una muestra homogénea serán separados en 30 recipientes cada uno de 2 kg para donde se realizarán los 3 tratamientos.

La aplicación del hidrolizado y su dosis al suelo está fijada por medio de una mezcla por lo cual se utilizará la ecuación de proporción en porcentaje.

$$\text{proporción en (\%)} = \frac{\text{Volumen hidrolizado (m}^3\text{)}}{\text{volumen de suelo (m}^3\text{)}} \times 100\%$$

La dosis del hidrolizado será al 5 % por lo cual los datos son:

- 150 litros de hidrolizado por aplicación semanal.
- Mezcla del hidrolizado con los primero 0.10 metros de superficie de suelo a tratar, el cual con los 13.76 m<sup>2</sup> x 0.1 m de profundidad en la mezcla se obtiene un volumen de 3 m<sup>3</sup> de suelo aplicable por la técnica del mezclado y un volumen de 6 m<sup>3</sup> evaluables.

$$\text{proporción en (\%)} = \frac{\text{volumen hidrolizado}}{3.44 \text{ m}^3} \times 100\% = 17.2 \text{ litros } \times \text{aplicación}$$

La dosis de matriz te tejido óseo aviar será al 1 %

El requerimiento de fosforo para cultivos es de 11,754 ppm (Minagri, 2017). Los cuales son guía para aproximar la cantidad de matriz de tejido óseo aviar que se necesitara por kilogramo de suelo en el área de estudio.

Según los datos:

gramos de fosforo (P)/ kilogramo de suelo ----- elemento fosforo (P) x 3  
 (X) **gramos de fosforo (P)**-----peso formula (hidroxiapatita) de Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH)

0.011754 g / kg de suelo ----- (30,97) x 3 = 92.01u  
 (X) **gramos de fosforo (hidroxiapatita) -----Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH) peso formula =502 u**  
 (X) **gramos de fosforo (hidroxiapatita) =0,0641 g / kg suelo**

gramos de fosfato (hidroxiapatita) (P) ----- 70% de matriz de tejido óseo aviar  
 (X) **gramos de fosforo ----- 100% de matriz de tejido óseo aviar**

0,06 g de fosforo (hidroxiapatita) ----- 70 % de matriz de tejido óseo aviar  
 (X) **gramos de matriz de tejido óseo aviar ----- 100 % de matriz de tejido óseo aviar**

(X) **gramos de matriz de tejido óseo aviar = 0,04 g / kg de suelo**

$$\text{En porcentanje } \frac{0.04}{1000} \times 100\% = 0.004\%$$



Entonces se tiene:

0.08 g de matriz / kg de suelo ----- 0.004%

(X) gramos de matriz / kg de suelo ----- 1%

(X) gramos de matriz / kg de suelo al 1 % = 10 g x kg de suelo.

La cantidad de matriz de tejido óseo aviar a utilizar por kilogramo de suelo. Luego de haber obtenido las dosis de aplicación se procederá a tratar el suelo con la mezcla del hidrolizado de residuos de residuo de pescado al 5 % y matriz de tejido óseo aviar al 1 % en el mismo volumen de suelo 3.44 m<sup>3</sup>.

### Monitoreo semanal del suelo

Luego de 8 fechas de seguimiento. Se monitoreó el Área de investigación mediante análisis de laboratorio en los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (C.E) y pH. Posteriormente analizar los datos obtenidos y generar resultados investigación y llegara las conclusiones.

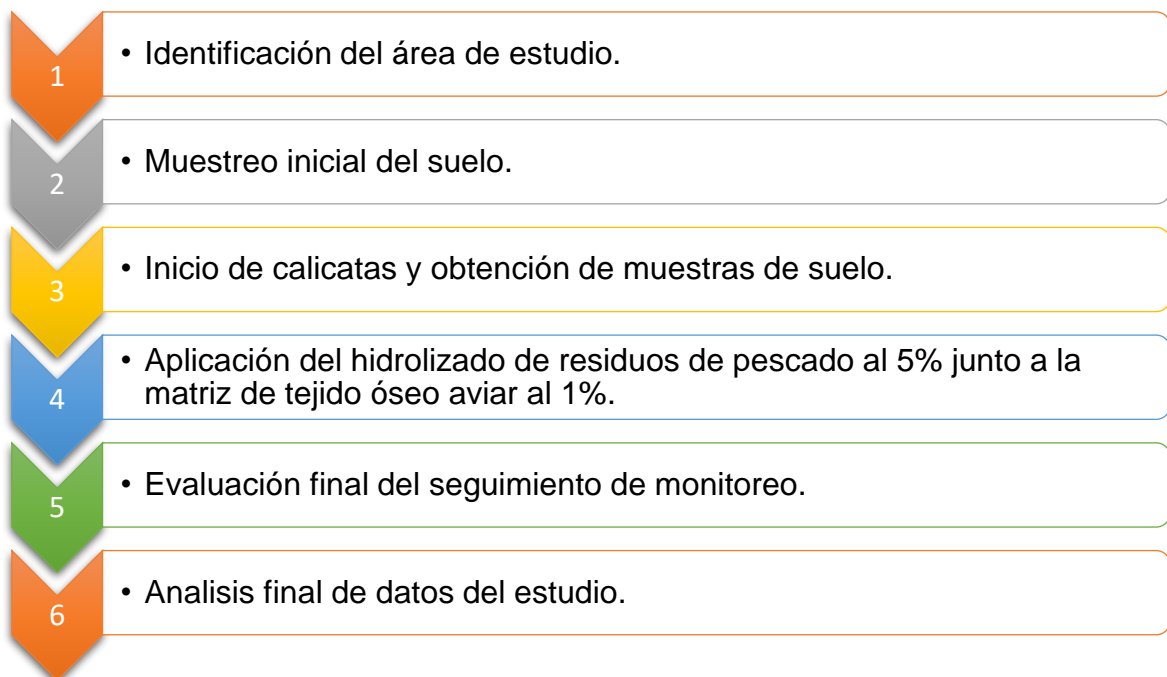


Figura 16. Procedimiento de tratamiento al suelo.

Fuente: Elaboración propia

## **Los instrumentos evaluados para la investigación son:**

### **1. Ficha de muestreo y caracterización del perfil del suelo.**

Se usa para verificar las características propias del suelo antes de pasar por evaluación. En este informe se colocan: datos generales, Nombre del punto de muestreo, Coordenadas: X: Y: (UTM, WGS84), Temperatura, Técnica de muestreo, Profundidad final, instalación de un pozo en el agujero, operador: , descripción de la superficie, precipitación, instrumentos usados, napa freática, relleno del agujero después del muestreo, Clave de la muestra, fecha, hora, profundidad, características organolépticas, textura, compactación/Consistencia, humedad, componentes antropogénicos, cantidad de la muestra, medidas de conservación, tipo de muestra, área de muestreo, densidad real, densidad aparente, comentarios y croquis.

### **2. Ficha de propiedades fisicoquímicas del hidrolizado de residuos de pescado.**

Se usan para determinar las principales características químicas y físicas del hidrolizado antes de su interacción con el suelo. Contiene: nombre del responsable, fecha, coordenadas, cantidad de la muestra, tiempo de preparación, medidas de conservación, características organolépticas, color, olor, temperatura, hidrolizado n.º, instrumentos usados, operador, conductividad eléctrica (C.E) Y pH.

### **3. Ficha de parámetros físicos y químicos de la matriz de tejido óseo aviar:**

Se usan para determinar las principales características químicas y físicas de la matriz de tejido óseo aviar antes de su interacción con el suelo. Contiene: nombre del responsable, fecha, coordenadas, cantidad de la muestra, tiempo de preparación, medidas de conservación, características organolépticas, color, olor, temperatura, matriz de tejido óseo n.º, instrumentos usados, operador, materia orgánica (%) y materia inorgánica (%).

**4. Ficha de monitoreo semanal del tratamiento con matriz de tejido óseo aviar “T1”.**

Se usan para determinar las principales características químicas del suelo durante la aplicación de la matriz de tejido óseo. Contiene: nombre del responsable, tratamiento, fecha, coordenadas, tipo de dosis, pH y conductividad eléctrica (C.E).

**5. Ficha de monitoreo semanal del tratamiento con hidrolizado de residuos de pescado “T2”.**

Se usan para determinar las principales características químicas del suelo durante la aplicación del hidrolizado de residuos de pescado. Contiene: nombre del responsable, tratamiento, fecha, coordenadas, tipo de dosis, pH y conductividad eléctrica (C.E).

**6. Ficha de monitoreo semanal del tratamiento con matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado “T3”.**

Se usan para determinar las principales características químicas del suelo durante la aplicación de la matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado. Contiene: nombre del responsable, tratamiento, fecha, coordenadas, tipo de dosis, pH y conductividad eléctrica (C.E).

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para esta investigación se usará el programa estadístico: Excel, SPSS. Donde colocaran los datos recibidos en los análisis de laboratorio, así como del uso de los instrumentos.

Para poder validar los instrumentos se requirió la opinión de 3 expertos en el área ambiental colegiados para lo cual se puede observar en la tabla 3. La prueba Binomial al 95% de confianza es de 0,002 siendo menos que 0,05 por lo cual se comprueba que los instrumentos utilizados en este trabajo de investigación son válidos

**Tabla 6.** Prueba estadística de validez de los instrumentos

<b>Prueba binomial</b>						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)
INSTRUMENTO_1	Grupo 1	95	10	1,00	,50	,002
	Total		10	1,00		
INSTRUMENTO_2	Grupo 1	95	10	1,00	,50	,002
	Total		10	1,00		
INSTRUMENTO_3	Grupo 1	95	10	1,00	,50	,002
	Total		10	1,00		
INSTRUMENTO_4	Grupo 1	95	10	1,00	,50	,002
	Total		10	1,00		
INSTRUMENTO_5	Grupo 1	95	10	1,00	,50	,002
	Total		10	1,00		

### **Fiabilidad de los instrumentos.**

La confiabilidad en cambio de la validez, no se sostiene en el contenido de las variables, en cambio los procedimientos admiten el trabajo de esto. La confiabilidad se fundamenta en el “como”, es la forma lógica que tiene la tarea.

La confiabilidad del observador implica que este debe operar siempre del mismo modo en los mismos contextos, pues su interferencia puede alterar los datos que se recolecten (Bar, 2010, p. 1-14).

Basando la teoría de fiabilidad cual designa la eficiencia de un sistema tecnológico que cumpla para lo cual fue diseñado, los instrumentos presentados, los cuales fueron medidas con equipos específicos para medir parámetros requeridos por la investigación y cuentan con la aprobación de tres expertos en la materia y son fundamentados en la guía de monitoreo para suelo contaminados en el marco del D.S 002 -2013 MINAM estándares de calidad ambiental para suelos, norma oficial dada por el gobierno peruano para trabajar y proteger sus suelos. Por lo cual los instrumentos de recolección de datos presentados en esta investigación son fiables.

### **3.7 Aspectos éticos.**

Para esta investigación se obtendrán y analizarán las muestras. Las cuáles serán demostradas por medio de análisis de laboratorio certificados. Asimismo, corroborar el método aplicado y sus resultados de las características fisicoquímicas. Por ende, la presente investigación podrá ser usada por quien resulte interesado en aplicar los datos obtenidos en temas relacionados.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 7.** Resultados de C.E y pH de muestras para los tratamientos T1, T2 y T3

Resultados tratamiento N.º 1 (T1) matriz de tejido óseo aviar.										
T1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C.E (dS/m)	4.47	4.42	4.50	4.48	4.46	4.43	4.46	4.48	4.44	4.45
pH	6.48	6.45	6.47	6.47	6.48	6.47	6.47	6.48	6.47	6.49
Resultados tratamiento N.º 2 (T2) Hidrolizado de residuos de pescado.										
T2	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C.E (dS/m)	2.27	2.33	2.17	2.26	2.31	2.23	2.35	2.37	2.27	2.23
pH	5.91	5.93	5.96	5.92	5.88	5.87	5.93	5.93	5.92	5.89
Resultados tratamiento N.º 3 (T3) Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado.										
T3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
C.E (dS/m)	1.94	1.91	1.86	1.99	1.91	1.91	1.90	1.96	1.72	1.85
pH	5.74	5.80	5.76	5.75	5.78	5.83	5.81	5.80	5.75	5.76

En la tabla. se muestra la C.E y pH que fueron medidos durante de los tratamientos: Matriz de tejido óseo aviar (1%) (T1). Hidrolizado de residuos de pescado (5%) (T2) y Matriz de tejido óseo aviar más Hidrolizado de residuos de pescado (100%) (T3). Haciéndose las mediciones de los parámetros semanalmente.

**Tabla 8.** Resultado de C.E en el tiempo para T1

Tratamiento N.º 1 (T1). Matriz de tejido óseo aviar											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	Numérico
26/04/2020	5.05	5.06	5.04	5.04	5.05	5.13	5.04	5.06	5.06	5.05	5,06
03/05/2020	5.04	5.03	5.03	5.05	5.06	5.04	5.03	5.03	5.05	5.05	5,04
10/05/2020	5.01	4.99	4.99	5.01	5.01	5.00	5.00	5.03	5.02	5.00	5,01
17/05/2020	4.96	4.95	4.99	4.96	4.97	4.96	4.94	4.95	4.94	4.95	4,96
24/05/2020	4.88	4.90	4.90	4.93	4.90	4.87	4.88	4.90	4.90	4.91	4,90
31/05/2020	4.86	4.92	4.90	4.88	4.89	4.84	4.92	4.97	4.86	4.88	4,89
07/06/2020	4.81	4.68	4.73	4.70	4.70	4.77	4.74	4.76	4.75	4.66	4,73
14/06/2020	4.47	4.42	4.50	4.48	4.46	4.43	4.46	4.48	4.44	4.45	4,46

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos de la toma de C.E promedio en el tratamiento 1 “T1” para cada punto muestreado con sus 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas) y así poder lograr la homogeneidad de resultados.

**Tabla 9.** Resultado de C.E en el tiempo para T2.

Tratamiento N.º 2 (T2). Hidrolizado de residuos de pescado											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	
26/04/2020	5.00	5.00	5.03	5.06	4.99	5.06	5.01	4.98	5.03	5.01	5,02
03/05/2020	4.27	4.13	4.28	4.32	4.20	4.10	4.26	4.34	4.38	4.30	4,26
10/05/2020	4.07	4.07	4.08	4.07	4.12	4.06	4.09	4.09	4.09	4.08	4,08
17/05/2020	3.93	3.98	3.92	3.96	3.94	3.97	3.94	3.94	3.97	3.95	3,95
24/05/2020	3.78	3.77	3.82	3.72	3.88	3.71	3.74	3.63	3.72	3.76	3,74
31/05/2020	3.56	3.57	3.60	3.64	3.56	3.60	3.61	3.68	3.58	3.59	3,60
07/06/2020	2.49	2.67	2.77	2.63	2.60	2.43	2.42	2.60	2.73	2.67	2,60
14/06/2020	2.27	2.33	2.17	2.26	2.31	2.23	2.35	2.37	2.27	2.23	2,28

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos de la toma de C.E promedio en el tratamiento 2 "T2" para cada punto muestreado con sus 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas) y así poder lograr la homogeneidad de resultados.



**Tabla 10.** Resultado de C.E en el tiempo para T3.

Tratamiento N.º 3 (T3). Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado.											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	
26/04/2020	5.06	4.97	5.04	4.99	4.99	5.03	5.05	4.99	4.97	4.98	5,00
03/05/2020	4.65	4.53	4.67	4.77	4.57	4.61	4.68	4.62	4.69	4.69	4,65
10/05/2020	4.05	3.95	4.04	4.02	3.98	3.94	4.01	3.97	4.30	4.01	4,03
17/05/2020	3.66	3.61	3.63	3.71	3.70	3.70	3.57	3.77	3.70	4.23	3,73
24/05/2020	3.14	3.18	2.98	3.18	3.16	3.26	3.12	3.14	3.19	3.25	3,16
31/05/2020	2.61	2.45	2.44	2.52	2.57	2.55	2.59	2.55	2.53	2.55	2,54
07/06/2020	2.17	2.16	2.19	2.17	2.18	2.24	2.18	2.17	2.16	2.18	2,18
14/06/2020	1.94	1.91	1.86	1.99	1.91	1.91	1.90	1.96	1.72	1.85	1,89

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos de la toma de C.E promedio en el tratamiento 3 para cada punto muestreado con sus 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas) y así poder lograr la homogeneidad de resultados.

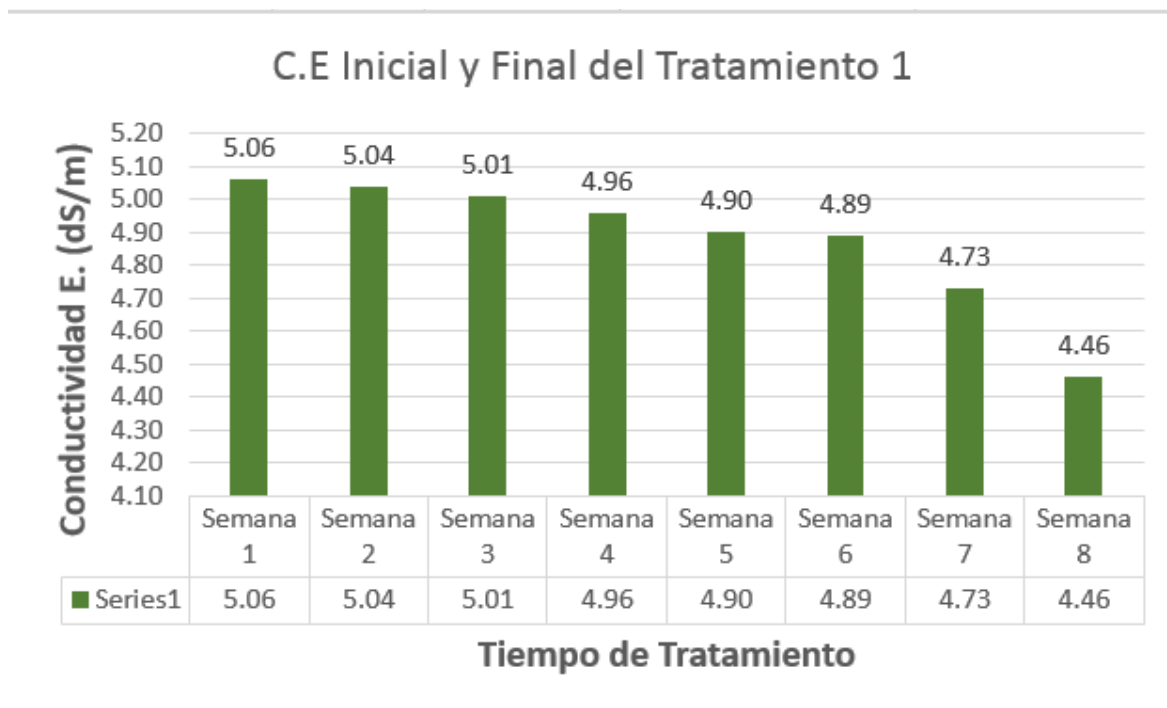


Gráfico 1. Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 1 (promedio)

En el gráfico 1 se muestra como disminuye de manera gradual la conductividad eléctrica con el tratamiento “T1” (Matriz de tejido óseo aviar). De una C.E inicial de 5,06 dS/m hasta una C.E de 4,46 dS/m. sin embargo está dentro del rango de suelo considerado salino y esta considera dentro del estudio como el menos eficiente en reducción total de salinidad en suelos en comparación de “T2” y “T3” respectivamente.

**Tabla 11.** Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T1”

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
C.E.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
C.E.T1	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
C.E.T1	,267	8	,096	,840	8	,075

a. C.E.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Shapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,075 siendo menor de  $\alpha = 0,095 < 0,075$  lo cual nos indica que los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 12.** Prueba estadística "T STUDENT" para muestras relacionada C.E inicial y final en "T1"

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	C.E.inicial	5,0500	8	,00000	,00000
	C.E.T1	4,8813	8	,20025	,07080

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	C.E.inicial & C.E.T1	8	.	.

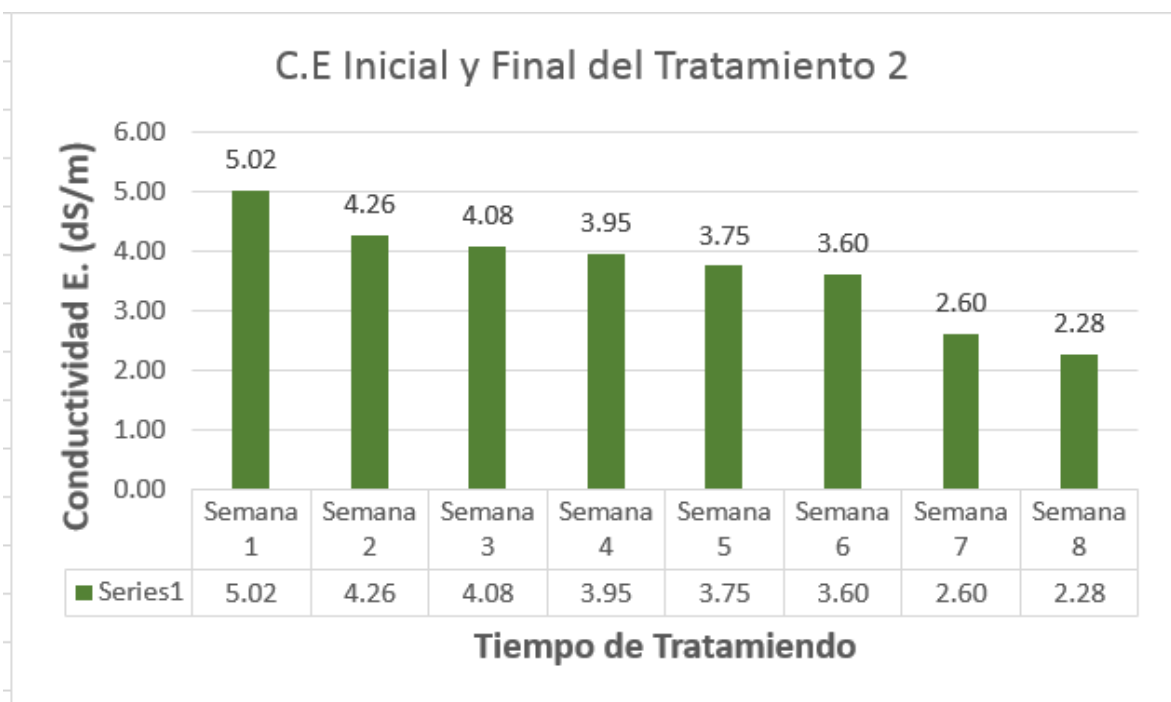
### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	C.E.inicial - C.E.T1	,16875	,20025	,07080	,00134	,33616	2,384	7	,049

Sig. (bilateral)

,049

Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha=0,095$ ) se observa la disminución en las medias para C.E inicial – C.E T1. Al obtener en nivel de significancia 0,049 siendo menor que  $\alpha=0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 1 “T1” (Matriz de tejido óseo aviar). Tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico “C.E” del suelo tratado.



Gráfica 2. Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 2 (promedio)

En el gráfico 2 se muestra como disminuye de manera gradual la conductividad eléctrica con el tratamiento “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado). De una C.E inicial de 5,02 dS/m hasta una C.E de 2,28 dS/m. sin embargo está dentro del rango

de suelo considerado salino. Lo cual este tratamiento es mas eficiente que “T1” y menos eficiente que “T3”.

**Tabla 13.** Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T2”

**Resumen de procesamiento de casos**

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
C.E.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
C.E.T2	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

**Pruebas de normalidad<sup>a</sup>**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
C.E.T2	,208	8	,200 <sup>*</sup>	,944	8	,646

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. C.E.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Chapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,656 siendo mayor de  $\alpha = 0.095 < 0,646$  lo cual nos indica que los datos vienen de una distribución normal. Se procede con la prueba T Student para muestras relacionadas.

**Tabla 14.** Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada C.E inicial y final en “T2”

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	C.E.inicial	5,0500	8	,00000	,00000
	C.E.T2	3,6925	8	,88651	,31343

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	C.E.inicial & C.E.T2	8	.	.

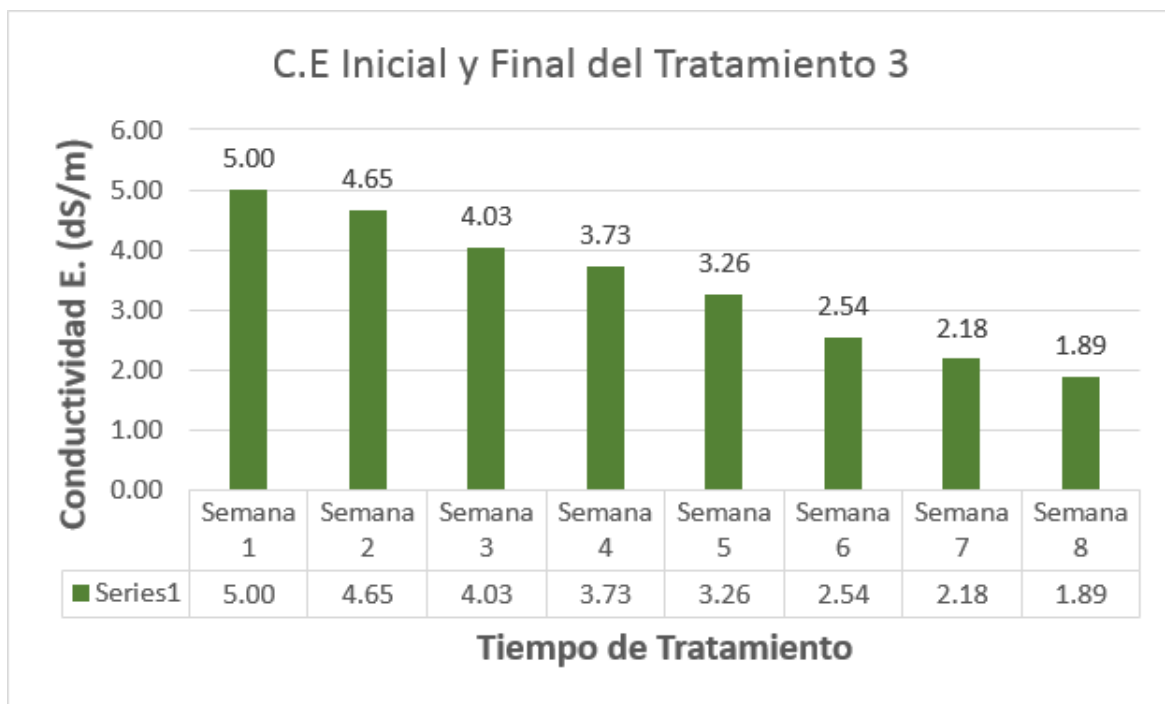
### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	C.E.inicial - C.E.T2	1,35750	,88651	,31343	,61636	2,09864	4,331	7	,003

Sig. (bilateral)

,003

Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha=0,095$ ) se observa la disminución en las medias para C.E inicial – C.E T1. Al obtener en nivel de significancia 0,003 siendo menor que  $\alpha=0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 2 “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado). Tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico “C.E” del suelo tratado.



Grafica 3. Conductividad Eléctrica durante el tratamiento 3 (promedio).

En el gráfico 3 se muestra como disminuye de manera gradual la conductividad eléctrica con el tratamiento “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado). De una C.E inicial de 5,00 dS/m hasta una C.E de 1,89 dS/m. la cual es adecuada para suelos destinados a agricultura, siendo este tratamiento eficiente al reunir características de “T2” y “T3” respectivamente.

Tabla 15. Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos C.E inicial y final en el “T3”

### Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
C.E.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
C.E.T3	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
C.E.T3	,152	8	,200*	,951	8	,720

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. C.E.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Chapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha= 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,720 siendo mayor de  $\alpha= 0.095 < 0,720$  lo cual nos indica que los datos vienen de una distribución normal. Se procede con la prueba T Student para muestras relacionadas.

**Tabla 16. Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada C.E inicial y final en “T2”**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	C.E.inicial	5,0500	8	,00000	,00000
	C.E.T3	3,4100	8	1,14363	,40433

**Correlaciones de muestras emparejadas**

		N	Correlación	Sig.
Par 1	C.E.inicial & C.E.T3	8	.	.

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	C.E.inicial - C.E.T3	1,64000	1,14363	,40433	,68390	2,59610	4,056	7	,005
				Sig. (bilateral)					
				,005					

Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha=0,095$ ) se observa la disminución en las medias para C.E inicial – C.E T3. Al obtener en nivel de significancia 0,005 siendo menor que  $\alpha=0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 3 “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado). Tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico “C.E” del suelo tratado.



**Tabla 17.** Resultado de pH en el tiempo para T1

Tratamiento N.º 1 (T1). Matriz de tejido óseo aviar											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	Numérico
26/04/2020	7.47	7.45	7.48	7.44	7.44	7.44	7.43	7.45	7.41	7.47	7.45
03/05/2020	7.35	7.35	7.34	7.37	7.35	7.34	7.35	7.34	7.36	7.36	7.35
10/05/2020	7.31	7.32	7.29	7.31	7.29	7.31	7.31	7.30	7.33	7.32	7.31
17/05/2020	7.28	7.24	7.25	7.24	7.26	7.26	7.23	7.27	7.26	7.28	7.26
24/05/2020	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21	7.20	7.22	7.19	7.22	7.23	7.21
31/05/2020	7.09	7.08	7.09	7.07	7.10	7.14	7.07	7.13	7.08	7.13	7.10
07/06/2020	6.77	6.75	6.78	6.79	6.76	6.78	6.77	6.76	6.76	6.79	6.77
14/06/2020	6.48	6.45	6.47	6.47	6.48	6.47	6.47	6.48	6.47	6.49	6.47

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos del parámetro pH promedio en el tratamiento 1 Matriz de tejido óseo aviar “T1” para cada punto muestreado con 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas).

**Tabla 18.** Resultado de pH en el tiempo para T2.

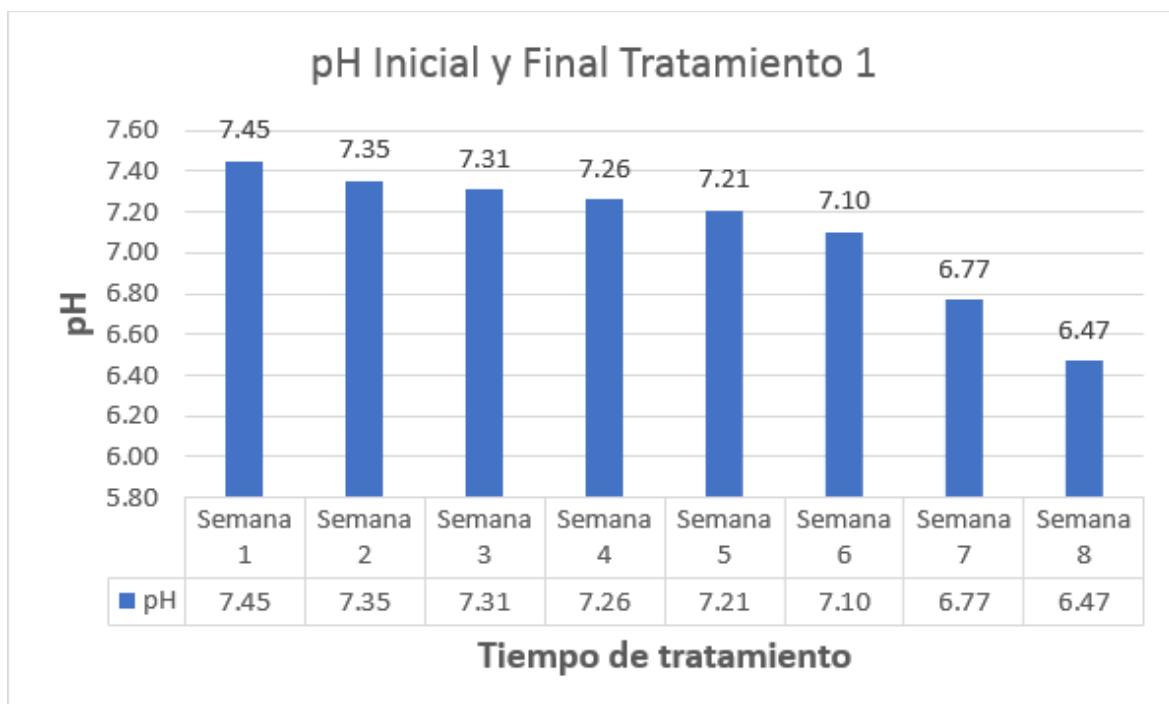
Tratamiento N.º 2 (T2). Hidrolizado de residuos de pescado											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	Numérico
26/04/2020	7.22	7.31	7.23	7.25	7.31	7.33	7.18	7.20	7.19	7.25	7.25
03/05/2020	7.10	7.08	7.14	7.08	7.11	7.09	7.15	7.12	7.12	7.12	7.11
10/05/2020	6.59	6.68	6.48	6.54	6.74	6.47	6.46	6.63	6.64	6.65	6.59
17/05/2020	6.53	6.63	6.54	6.61	6.56	6.60	6.61	6.58	6.71	6.60	6.60
24/05/2020	6.37	6.41	6.40	6.35	6.34	6.42	6.37	6.39	6.38	6.41	6.38
31/05/2020	6.24	6.26	6.21	6.18	6.21	6.21	6.22	6.23	6.24	6.20	6.22
07/06/2020	5.90	5.86	5.90	5.89	5.87	5.89	5.87	5.87	5.88	5.88	5.88
14/06/2020	5.91	5.93	5.96	5.92	5.88	5.87	5.93	5.93	5.92	5.89	5.91

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos del parámetro pH promedio en el tratamiento 2 Hidrolizado de residuos de pescado “T2” para cada punto muestreado con 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas).

**Tabla 19.** Resultado de pH en el tiempo para T3.

Tratamiento N.º 3 (T3). Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado											
Fecha / N.º de Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Promedio
C.E.	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	(dS/m)	Numérico
26/04/2020	7.26	7.30	7.16	7.34	7.18	7.18	7.32	7.23	7.24	7.30	7.25
03/05/2020	6.92	6.85	6.82	6.89	6.90	6.93	6.81	6.84	6.79	6.95	6.87
10/05/2020	6.62	6.65	6.60	6.61	6.65	6.57	6.64	6.59	6.63	6.62	6.62
17/05/2020	6.43	6.43	6.36	6.42	6.45	6.44	6.43	6.43	6.42	6.42	6.42
24/05/2020	6.25	6.29	6.26	6.26	6.24	6.25	6.28	6.26	6.25	6.28	6.26
31/05/2020	6.11	6.13	6.10	6.16	6.14	6.08	6.13	6.12	6.10	6.13	6.12
07/06/2020	5.94	5.96	5.95	5.94	5.98	5.94	5.93	5.95	5.95	5.95	5.95
14/06/2020	5.74	5.80	5.76	5.75	5.78	5.83	5.81	5.80	5.75	5.76	5.78

En la tabla. Nos muestra los datos obtenidos del parámetro pH promedio en el tratamiento 3 Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado “T3” para cada punto muestreado con 3 repeticiones en el lapso del tiempo que duró el tratamiento (8 semanas).



Gráfica 4. pH durante el tratamiento “T1” (promedio)

En la figura se muestra como disminuye de manera gradual el pH con el tratamiento 1 “T1” (Matriz de tejido óseo aviar). De una C.E inicial de 7,45 hasta un pH de 6,47. En el transcurso de las 8 semanas que duro el tratamiento.

**Tabla 20.** Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el “T1”.  
Fuente: elaboración propia.

#### Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
pH.T1	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

#### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH.T1	,238	8	,200 <sup>*</sup>	,864	8	,131

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. pH.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Chapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,131 siendo mayor de  $\alpha = 0.095 < 0,131$  lo cual nos indica que los datos vienen de una distribución normal. Se procede con la prueba T Student para muestras relacionadas.

**Tabla 21. Prueba estadística "T STUDENT" para muestras relacionada pH inicial y final en "T1".**  
Fuente: elaboración propia

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	pH inicial	7,4600	8	,00000	,00000
	pH.T1	7,1150	8	,33183	,11732

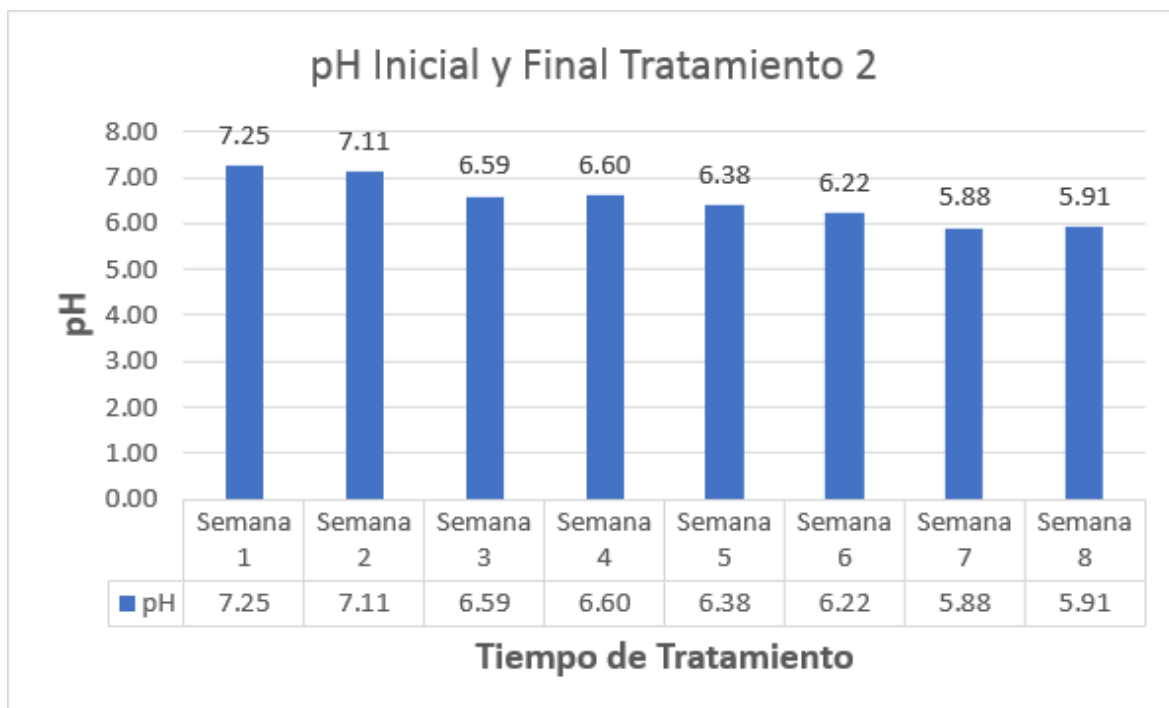
### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	pH inicial & pH.T1	8	.	.

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	pH inicial - pH.T1	,34500	,33183	,11732	,06758	,62242	2,941	7	,022
					Sig. (bilateral)				,022

En la figura. Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha = 0,095$ ) se observa la disminución en las medias para pH inicial- pH final. Al obtener en nivel de significancia 0 0,022 siendo menor que  $\alpha = 0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 1 "T1" (Matriz de tejido óseo aviar). Tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico "pH" del suelo tratado.



Gráfica 5. pH durante el tratamiento "T2" (promedio)

En la figura se muestra como disminuye de manera gradual el pH con el tratamiento 2 "T2" (Hidrolizado de residuos de pescado). De una C.E inicial de 7,25 hasta un pH de 5,91. En el transcurso de las 8 semanas que duro el tratamiento.

Tabla 22. Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el "T2".

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
pH.T2	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH.T2	,166	8	,200*	,932	8	,532

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. pH.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Chapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,532 siendo mayor de  $\alpha = 0,095 < 0,532$  lo cual nos indica que los datos vienen de una distribución normal. Se procede con la prueba T Student para muestras relacionadas.

**Tabla 23.** Prueba estadística “T STUDENT” para muestras relacionada pH inicial y final en “T2”.

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	pH.inicial	7,4600	8	,00000	,00000
	pH.T2	6,4925	8	,50392	,17816

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	pH.inicial & pH.T2	8	.	.

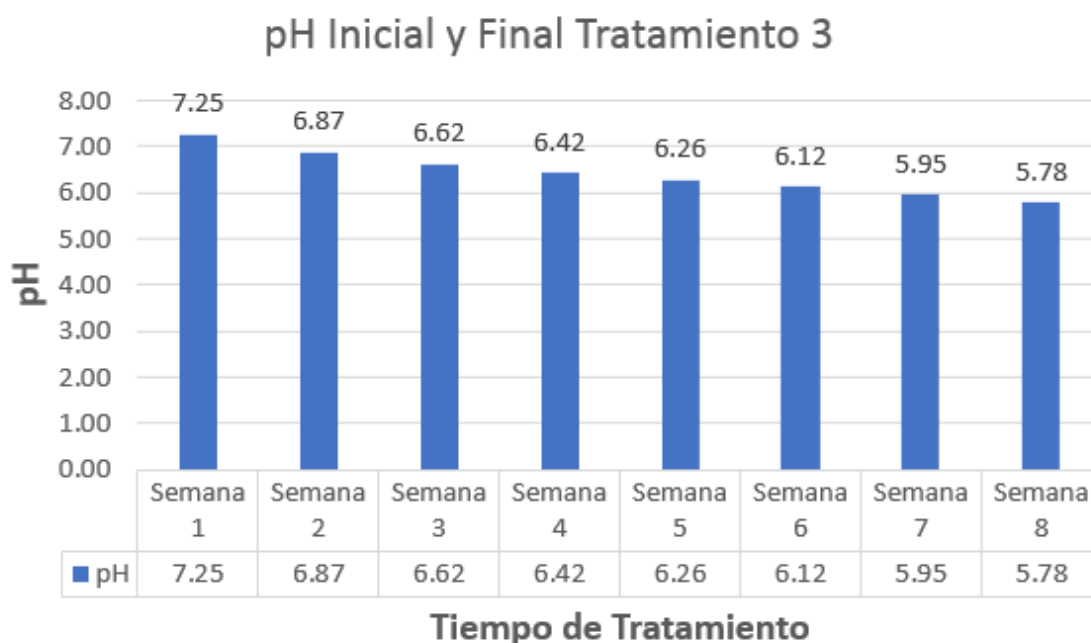
### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior				
Par 1	pH.inicial - pH.T2	,96750	,50392	,17816	,54621	1,38879	5,430	7	,001

Sig. (bilateral)

,001

En la figura. Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha = 0,095$ ) se observa la disminución en las medias para pH inicial- pH final. Al obtener en nivel de significancia 0 0,022 siendo menor que  $\alpha = 0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 2 “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado). Tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico “pH” del suelo tratado.



Gráfica 6. pH durante el tratamiento “T3” (promedio)

En la figura se muestra como disminuye de manera gradual el pH con el tratamiento 3 “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado). De una C.E inicial de 7,25 hasta un pH de 5,78. En el transcurso de las 8 semanas que duro el tratamiento.

Tabla 24. Prueba estadística Shapiro-wilk para normalidad de datos pH inicial y final en el “T3”.

#### Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH.inicial	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
pH.T3	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

#### Pruebas de normalidad<sup>a</sup>

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH.T3	,119	8	,200*	,973	8	,919

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. pH.inicial es constante. Se ha omitido.

b. Corrección de significación de Lilliefors



Para la prueba de normalidad, que para este caso son muestras pequeñas (menores a 30). Se realizó la prueba Chapiro Wilk. Para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,095$ ). Se obtuvo un P-Valor de 0,919 siendo mayor de  $\alpha = 0.095 < 0,919$  lo cual nos indica que los datos vienen de una distribución normal. Se procede con la prueba T Student para muestras relacionadas.

**Tabla 25. Prueba estadística "T STUDENT" para muestras relacionada pH inicial y final en "T3".**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	pH.inicial	7,4600	8	,00000	,00000
	pH.T3	6,4088	8	,48939	,17302

**Correlaciones de muestras emparejadas**

		N	Correlación	Sig.
Par 1	pH.inicial & pH.T3	8	.	.

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	pH.inicial - pH.T3	1,05125	,48939	,17302	,64211	1,46039	6,076	7	,001
				Sig. (bilateral)					
						,001			

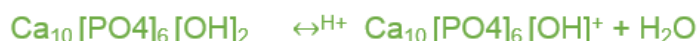
En la figura. Se realizó la prueba T Student Para dos muestras relacionadas. Nivel de confianza al 95% ( $\alpha = 0,095$ ) se observa la disminución en las medias para pH inicial- pH final. Al obtener en nivel de significancia 0 0,001 siendo menor que  $\alpha = 0,095$ . Se comprueba que la disminución en las medias es significativa por lo cual se acepta la hipótesis alterna. La cual nos indica que el tratamiento 3 "T3" (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado) si tiene efectos significativos en la disminución del parámetro químico "pH" del suelo tratado.

## V. Discusión

Luego de los tratamientos “T1” “T2” y “T3” dado al suelo. se pudo comprobar una disminución significativa de la Conductividad Eléctrica (C.E) a niveles aceptables (menor a 2 dS/m según FAO) para uso agrícola. El “T1” (Matriz de tejido óseo aviar) obtuvo una disminución significativa (reducción del 11,69%) sin embargo el tratamiento de 8 semanas no fue suficiente para que este por sí solo reduzca la conductividad eléctrica (C.E) a un nivel aceptable para uso agrícola recomendado por la FAO. Siendo el “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado) el tratamiento cual se aproximó más a una notable disminución de la Conductividad Eléctrica (C.E) llevando este parámetro de 5,02 dS/m a 2,28 dS/m (una disminución del 55,85 %) el cual está cercano al límite de un suelo considerado no salino que es de < 2 dS/m (FAO 2020). y “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado) el cual dio como resultado una Conductividad eléctrica de 1,89 dS/m menos a 2 dS/m (una disminución del 62,58 %) el cual es adecuado en la Conductividad eléctrica (C.E) para no considerar un suelo “salino” y aprovecharlo sin presentar dificultades en la práctica agrícola (FAO 2020).

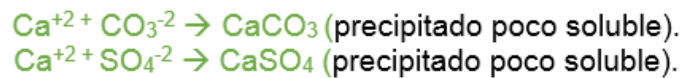
El pH y Conductividad Eléctrica (C.E) guarda relación en las reacciones químicas que presenta en el medio ácido, en este caso a través del suelo.

En caso del añadido de matriz de tejido óseo aviar aporta un valor significativo de fósforo a través fosfato de calcio en su forma de hidroxiapatita



$(\text{H}_2\text{PO}_4)^- \rightarrow \text{PO}_4^{-3}$  (disponible) en forma de fosfato a condición de pH ácido.

Luego de ello se tiene que el calcio libre interacciona con los cationes del suelo que causan salinidad:



Los cuales al disminuir la solubilidad son menos nocivos para el suelo como indica la tabla de potencial de solubilización de sales presentes en suelos mayormente salinos.

Equilibrio químico en medio ácido del fosfato de calcio en su forma hidroxiapatita.

Según (FAO 2020) los suelos considerados muy ácidos tienen un valor menor de 5,5 y otros muy alcalinos valores mayores a 9,5 los cuales presentan dificultades para los cultivos en su relación crecimiento- absorción de nutrientes debido a que limitan fuertemente la actividad biológica de los suelos. Los valores ideales de pH para suelos agrícolas según FAO deben ser de 6,5 para un rendimiento óptimo, En la investigación los valores de pH inicial del suelo antes de los tratamientos fueron de 7,46 cual no es categorizado como suelo no muy ácido ni muy alcalino por lo cual podría presentar ventajas, así como desventajas por ser un valor levemente alejado 6,5 dado por la FAO. Luego del tratamiento "T1" (Matriz de tejido óseo aviar) se obtuvo un pH de 6,47 en el "T2" (Hidrolizado de residuos de pescado) se obtuvo un pH final de 5,91 a su vez con el "T3" (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado) se obtuvo un valor para el pH de 5,78 los 3 tratamientos tuvieron tendencia de bajar levemente el pH del suelo tratado. Como se evidencio en la imagen. La leve acidificación de los suelos favorece a la interacción de aniones y cationes que causan factores de salinidad favoreciendo el desarrollo de los 3 tratamientos.

Según JIMENEZ (2018). destaca la cualidad del suelo de no variar el pH de manera significativa. en los tratamientos "T1" "T2" y "T3" y como resultado se obtuvo que la menor variación fue para "T1" (Matriz de tejido óseo aviar) con un pH final de 6,47 el cual es el recomendado por FAO para suelos de uso agrícola. Además, para "T2" (Hidrolizado de residuos de pescado) se obtuvo un pH de 5,91 y "T3" (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado) se obtuvo un pH de 5,78

los cuales tienden a ser más bajo en comparación de "T1" pero no alejándose de la medida para pH dada por la FAO este descenso de pH esta explicado por la consecuente actividad de oxidación de la M.O del Hidrolizado de residuos de pescado en el proceso de estabilización. Según M. LÓPEZ-BENITO y G. SAMPEDRO (1976) la hidrolisis enzimática con pescado produce restos proteicos no hidrolizados aún después de estabilizar a temperaturas variables de 80 C° lo que significa la oxidación de estos restos no hidrolizados y causar una disminución de pH debido a los procesos de degradación por microorganismo y oxidación.

En la investigación la matriz de tejido óseo aviar al ser un compuesto fosfatado puede actuar como amortiguador del pH del suelo, a largo plazo neutralizando la tendencia de disminución del pH generado en los tratamientos dados. Coincidiendo con LOZANO, Zenaida (2017), en su conferencia Química de suelos.

Para UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO. QUÍMICA DE SUELOS (2019). Nos indica que hay gran cantidad de sustancias húmicas producidas en la degradación de la materia organica. Lo cual se comprueba en la hidrolisis de residuos de pescado activas en "T2" y "T3" que generan hidratos de carbono (Ácidos carboxílicos, Fenoles y Alcoholes) que poseen propiedades acido-base que dan al suelo la capacidad amortiguante del pH y capacidad acomplejante para cationes metálicos (alcalino-térreos) como calcio y magnesio.

Para CARDENAS, JOSE (2014) los hidrolizados de proteínas de pescado se han usado por más de 50 años, afirma que poseen mejores propiedades que el pescado entero o concentrado proteico de pescado, además de ser solubles en agua, bajos en grasa y cenizas. de acuerdo a HALE (1969) quien logro el estudio de 23 proteasas y en el cual obtuvo mejores resultados con papaína, que este conlleva a modificar las propiedades funcionales de alimento, como fuentes de péptidos y aminoácidos, por lo cual la encima utilizada en este estudio fue la papaína. Además, y concordante con Flores (2017). El proceso de hidrólisis esta dado por rupturas de enlaces peptídicos, obteniendo como resultado aminoácidos libres. Estos demuestran que hubo eficiencia en el preparado y maduración del hidrolizado de residuos de pescado para el tratamiento "T2" y complemento del tratamiento "T3"

generando estabilidad una disminución significativa de la conductividad eléctrica (C.E) debido a los ácidos húmicos presentes.

LOZANO, Zenaida (2017) en su cátedra de maestría “Suelos afectados por sales” señala la importancia de la materia orgánica aportada al suelo así también como este incorpora y mejora las condiciones físicas y químicas para su uso productivo. Las sustancias húmicas presentes en la materia orgánica (M.O), tienen gran estructura molecular (fenoles, alcoholes, ácido carboxílico, y quinones) divididas en tres grupos (Ácido fúlvico, Ácido húmico y Huminas), al poseer gran cantidad de terminales (OH) forman los enlaces puente hidrógeno con el agua, los cuales dan como resultado una mejor la retención agua en el suelo, también nos muestra la categorización de los grupos funcionales de ácidos húmicos (ácido Carboxílico, Enol. Fenol, Quinona, Alcohol, Eter, Cetona, Aldehído, Ester, Amina y Amida) los cuales presentan la medida de pKa superior a 5 (figura.). los suelos típicos suelen tener pH en variaciones de 5- 8 lo cual permite a los grupos funcionales ya mencionados la facilidad de ceder su protón (cargados negativamente) e intercambiarlos por cationes como el sodio, potasio, fósforo y nitrógeno. Lo cual concuerda con los hallazgos de la investigación en la reducción significativa de la conductividad eléctrica (C.E) por lo que se determina un aumento de la materia orgánica aportada al suelo en los tratamientos “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado) Y “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado), aportó en la reducción de la conductividad eléctrica (C.E).

En concordancia con TORRES (2015), JIMENEZ (2018) y PEREZ, ZENaida (2017) el aumento de materia orgánica (M.O) aportada al suelo genera un aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo y posee estabilidad fotoquímica (anillos aromáticos resistentes a radiación), aumento de la retención de agua y estabilidad de la temperatura del suelo (importante para la microbiota).

La disminución de pH en el suelo tratado puede deberse a la dosificación para los tratamientos “T2” (Hidrolizado de residuos de pescado) y “T3” (Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado). Dado que fue calculado al 5% debido a la proporción % volumen con relación al suelo a tratar este pudiendo ser excesivo

y generando la tendencia de disminución del pH en el suelo tratado debido a un exceso de dosificación y generar un aporte de exceso de materia orgánica lo cual conlleva a un desbalance en la velocidad de mineralización- generación de materia orgánica Según ALCARAZ RAUL (2017) de la acumulación excesiva de materia orgánica en el suelo puede llevar a disminuir los macroporos (poros de aireación <0,08mm) y genera problemas de filtración del agua y aireación. Concordando con el autor, en esta investigación una constante aplicación de una dosificación inadecuada puede generar a largo plazo las condiciones para un aumento de las sales solubles que generan la salinidad en suelos por lo tanto un aumento y variación de la C.E y pH a largo plazo.

Dentro de la investigación que se realizó, se contó con dificultades muy grandes de análisis de campo y análisis de diversos parámetros para poder determinar de manera óptima los orígenes y resultados finales de los tratamientos “T1” “T2” y “T3” considerando también la zona de aplicación cuenta con factores antropogénicos considerables (cercanía a zona asfaltada, acumulación de gases tóxicos provenientes de industria madereras y confecciones) que pueden afectar el rendimiento de las muestras. Debido a la pandemia mundial (Covid-19) que afectó todos los sectores que requiere la investigación limitando en gran medida el avance en corto plazo.

La clasificación para la textura inicial como final fue la de un suelo franco – arenoso el cual cuenta con una proporción mayor de arena o lo que se clasifica un suelo franco que es adecuado para el uso agricultura según FAO (2018) concordando con lo dicho, en la investigación no muestra un avance significativo en la mejora de las características físicas del suelo en los 3 los tratamientos. Por lo cual se puede determinar que los tratamientos dados, es posible generar una mejora de las propiedades físicas del suelo a mediano y largo plazo coincidiendo en la investigación de RAMOS, Carla (2019). Al someter suelos franco- arenosos a dosis de materia orgánica a través del vermicompost de lombriz, así logrando resultados en las propiedades físicas del suelo a largo plazo.

De acuerdo a los resultados de monitoreo inicial para densidad, se obtuvo que la densidad real fue de  $3,38 \text{ g/cm}^3$  y la densidad aparente fue de  $1,96 \text{ g/cm}^3$  mientras que para el análisis luego de los tratamientos se obtuvo que la densidad real fue de  $1,64 \text{ g/cm}^3$  y la densidad aparente  $1,5 \text{ g/cm}^3$ , contrastando, según FAO (2020) densidad real de un suelo debe tener un valor aproximado de  $2,65 \text{ g/cm}^3$ , una densidad aparente alta da indicios de un suelo compacto o tendencia elevada de partículas granulares como arena, así mismo una densidad aparente bajo no verifica en su totalidad una función aprovechable para las plantas, GONZALES, Janet (2018) expuso en su investigación resultados similares dando una densidad real optima en un rango de  $1,2 \text{ g/cm}^3$  a  $1,7 \text{ g/cm}^3$ , un porcentaje de porosidad de 33,3% que resulta calificado como suelo arenoso dentro de los rango dado por MINAGRI (2011), que califica suelos con una porosidad de 30% a 35% como suelo arenoso y esto concuerda con el resultado de textura hallado para los suelos antes y después de los tratamientos.

## VI. CONCLUSIONES

- Dentro de la investigación se analizó y demostró mediante el análisis de C.E que el suelo que se trato es levemente salino (C.E =5.05), debido a que lima es una ciudad costera sus suelos tienden a tener condiciones para presentar problemas por salinidad al estar cerca al mar. La reducción de salinidad fue lograda en toda el área de estudio 13,76 m<sup>2</sup> con una conductividad eléctrica (C.E) inicial de 5,05 dS/m clasificado como suelo salino.
- Los resultados obtenidos de conductividad eléctrica (C.E) en el área de estudio nos indica que se acepta la hipótesis alternativa, existe reducción de la salinidad usando Hidrolizado de residuos de pescado y matriz de tejido óseo aviar en el tratamiento de suelos salinos. lima 2019. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.
- Se determinó que los 3 tratamientos muestran una eficiencia en la reducción del nivel de salinidad T1(matriz de tejido óseo aviar) T2 (hidrolizado de residuos de pescado) y T3 (matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado), obteniendo que el tratamiento más eficiente en reducción de la conductividad eléctrica fue el “T3” cuya C.E final obtuvo 1,89 dS/m denominándolo como suelo normal C.E<2 dS/m seguido de “T2” cuya C.E final fue de 2,28 dS/m denominándolo aún suelo salino 2dS/m <C.E<4dS/m y finalmente “T1” con una C.E final de 4,46 dS/m. denominándolo aun en rango de suelo ligeramente salino 4 dS/m <C.E <8 dS/m
- Respecto a la dosis adecuada de hidrolizado de residuos de pescado “T2” aplicado al suelo, ser determino ser al 5% a su vez y de acuerdo a la tendencia del parámetro químico pH de disminuir, se puede concluir que disminuir la concentración de la dosis ayudaría a reducir o eliminar la tendencia de disminución del pH, lo cual podría llevar a su vez a una no tan significativa disminución de la conductividad en el tratamiento del suelo con “T2” (Hidrolizado



de residuos de pescado) y “T3”(Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado).

- De acuerdo a los resultados la dosis administrada al suelo el “T1” Matriz de tejido óseo aviar fue al 1% (10 gramos por Kg de suelo) para lo cual se utilizó 20g por muestra (2 kg cada muestra). Se concluye que la dosis fue adecuada de acuerdo a los lineamientos dictados por el MINAGRI (2017) para requerimiento de fosforo en suelos de uso agrícola, además se obtuvo una tendencia de disminución del parámetro químico pH en “T1” el cual se asume fue beneficioso para facilitar las reacciones en medio ácido de intercambio de cationes, ayudando a la disminución de la conductividad eléctrica en los tratamientos “T2” y “T3” respectivamente, así como mejorar la capacidad amortiguante del suelo.
- La mejora de las propiedades físicas del suelo no varió en los análisis de textura inicial y final por lo cual no se diferencia una mejor considerable en ninguno del tratamiento Matriz de tejido óseo aviar “T1” Hidrolizado de residuos de pescado “T2” y Matriz de tejido óseo aviar e Hidrolizado de residuos de pescado “T3” cuya textura inicial y final resulto ser la de una suelo franco – arenoso.

## VII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda extender la investigación para determinar si existirá mejora a largo plazo en suelos afectados por salinidad dado que el tiempo de investigación experimental durante la tesis fue corto.
- Durante la preparación del hidrolizado de residuos de pescado se recomienda utilizar solo la parte blanda de estos para poder facilitar el proceso enzimático de las proteínas y lípidos dentro de los residuos de pescado.
- Para evitar posibles vectores antes y luego de los tratamientos se recomienda habilitar una zona especial aislada de preparación de la matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado con la finalidad de evitar la alteración de los productos y su rendimiento durante el tiempo de experimentación.
- Durante la investigación se obtuvieron resultados favorables y tendencias de mejora para el tratamiento de suelos salinos por lo que se recomienda el uso de los tratamientos con fin de recuperar y potenciar suelos con fines agrícolas, así como del tratamiento de diversos problemas de degradación de suelos.
- Aplicar los tratamientos en zonas con diferentes condiciones de: altura, clima, diversidad biológica, distancia al mar, podría acelerar el proceso de recuperación de suelos, por lo cual se recomienda ampliamente la variación de climas para su aplicación aguardando resultados favorables en diversos factores de los procesos productivos del suelo.
- Con la finalidad de la reducción de residuos sólidos orgánicos y la problemática social de la contaminación de las riveras de los ríos, zonas urbanas y rurales, se recomienda ampliamente el uso de residuos orgánicos con la finalidad de disminuir, segregar, aprovechar, reciclar. Aprovechar estos mismo en la producción de sustancia que recuperen suelos degradados y potencien la fertilidad en suelos.

- El uso del hidrolizado de residuos de pescado cumple un rol como repelente de plagas en cultivos, por lo cual se recomienda su uso en aplicaciones foliares a cultivos.
- La importancia de cambiar fertilizantes agroindustriales por orgánicos es inmensa, en la constante lucha por detener la degradación de los suelos agrícolas, por lo tanto, es importante profundizar sobre los preparados utilizados en esta investigación (matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado), con la finalidad de poder estudiar otros posibles usos en el campo de la agroindustria.

## REFERENCIAS

- 1- ACEVEDO, Cristóbal. TINOCO, Juan. PRADO Jorge, and HERNÁNDEZ, Elizabeth. *Soil Carbon and Nitrogen in Tropical Montane Cloud Forest, Agroforestry and Coffee Monoculture Systems*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Vol. 25 Issue 2, p169-184. 16p. [en línea]. May-Aug2019 [fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=7ee740f8-ad4c-48cb-a0d0-0f23f61d54d2%40sessionmgr101>

ISSN: 2007-3828

- 2- ANDREAU, Ricardo. GELATI, Pablo. PROVAZA, Mauro. BENNARDI, Diego. FERNÁNDEZ, Daniel. VÁZQUEZ, Mabel. *DEGRADACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE DOS SUELOS DEL CORDÓN HORTÍCOLA PLATENSE. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO*. Ciencia del Suelo. [en línea]. 2012, Vol. 30 Issue 2, p107-117. 11p. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2012].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=113780969&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN: 0326-3169

- 3- AVELINO, Carmen. Aplicación de biofertilizantes para la recuperación de suelos degradados por salinidad en el distrito de Huachipa-Lima. Tesis (Ingeniero químico). Lima: Universidad Nacional del Callao. 2018.

Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2519>

- 4- BAEZ, Andrea. OSPINA, Nelly and ZAPATA, José. *Efecto de Temperatura, PH, Concentración de Sustrato y Tipo de Enzima En La Hidrólisis Enzimática de Vísceras de Tilapia Roja (Oreochromis Spp.) / Effect of Temperature, PH, Substrate Concentration and Type of Enzyme on the Enzymatic Hydrolysis of Viscera of Red Tilapia (Oreochromis Spp.)*. Información Tecnológica 27 (6): 63–76. [en línea] January 2016 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en http:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=3f3c8aa1-0981-477d-bb3b-402484d64b43%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edssci.S0718.07642016000600007&db=edssci>

ISSN: 0718-0764

- 5- BAR, Aníbal R. La metodología cuantitativa y su uso en América Latina. *Cinta de moebio*, 2010, no 37, p. 1-14.
- 6- BARBERO, María. Evolución del carbono en suelos provenientes de monte bajo siembra directa del área subhúmeda templada y subtropical de Argentina. Tesis (Ciencias biológicas). Córdoba: Universidad Católica de Córdoba 2010.

Disponible en: [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2/1/TD\\_Barbero.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2/1/TD_Barbero.pdf)  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddu&AN=8EF26343ADA74F06&lang=es&site=ehost-live>.

Número de acceso: 8EF26343ADA74F06

- 7- CRESPO, Gustavo. How to increase the organic matter of soils in tropical areas of livestock production?. *Avances en Investigación Agropecuaria* [en línea]. sep-dec2018 [fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=134909406&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 0188-7890

- 8- Cómo Realizar Un Adecuado Manejo Del Fósforo En El Suelo [en línea]. Mercurio.pe 21 de diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2020].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsvlx&AN=edsvlx.590035406&lang=es&site=eds-live>

- 9- DELGADO Cristián. RODRÍGUEZ, Rodrigo. CAPULÍN, MADARIAGA, Alfredo, and ISLAS, Margarita. Caracterización Físicoquímica de Suelos Salinos Agrícolas, En La Localidad de Chicavasco, Estado de Hidalgo, México. (Spanish). *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals* 11, no. 6 .Septiembre 2019. 522.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=140500828&lang=es&site=eds-live>.

- 10-ELEONORA, Carol, KRUSE, Eduardo and CELLONE, Francisco. *Salinización de Suelos En Marismas. Caso de Estudio: Humedal de La Bahía Samborombón, Argentina*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias.Vol. 47 Issue 2, p97-107. 11p [en línea]. 2015 fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=111220518&lang=es&site=ehost-live>

- 11-FLOREZ Jalixto, Marco Antonio. ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO UTILIZANDO SUBPRODUCTOS DEL PROCESAMIENTO DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis (Ingeniero pesquero). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3271>

- 12-GUADARRAMA, Angélica. MEJÍA, Jaime and RAMÍREZ, Marithza. *Mineralización de la materia orgánica en suelos con manejo diferencial en cultivo de rosa*. Acta Universitaria. [en línea]. mar/abr2018, Vol. 28 Issue 2, p33-41. 9p. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2020].

ISSN: 0188-6266

- 13-HERNÁN. Paterlini. GONZÁLEZ, María and PICONE, Liliana. *Ciencia del Suelo*. [en línea]. jul2019, Vol. 37 Issue 1, p38-50. 13p. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=141693344&lang=es&site=eds-live>.

ISSN: 0326-3169

- 14-HERNÁNDEZ, Jacqueline. Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. (postdoctoral tesis). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, archivo digital de la UPM 2012.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.189F23D4&lang=es&site=eds-live>.

Numero de acceso: edsbas.189F23D4

- 15-HERNÁNDEZ, Wilmer, LUE MERU, Marco. TORRES, Duilio and ROMERO, Pablo. *VARIABILIDAD ESPACIAL DEL PH Y DEL CONTENIDO DE Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> EN SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO TABURE DEL ESTADO LARA*. Ciencia y Tecnología (1390-4051). Vol. 11 Issue 1, p19-27. 9p. [en línea]. 2 de julio del 2018 [fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=7ee740f8-ad4c-48cb-a0d0-0f23f61d54d2%40sessionmgr101>

ISSN: 1390-4051

- 16-HLEAP José. *Hidrolizados de Pescado - Producción, Beneficios y Nuevos Avances En La Industria. -Una Revisión / Fish Hydrolysates - Production, Profits and New Developments in the Industry. - A Review*. Acta Agronómica66(3):311-322. [en línea]. September 2017 [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2019].

Disponible en http:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=3f3c8aa1-0981-477d-bb3b-402484d64b43%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edssci.S0120.28122017000300311&db=edssci>



ISSN: 0120-2812

17-JIMENEZ, Alessandra. REDUCCIÓN DE LA SALINIDAD DE SUELOS INFLUENCIADOS POR LA CORRIENTE MARINA MEDIANTE EL USO DEL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST Y EXTRACTO DE CLADODIO DE TUNA (OPUNTIA FICUS ÍNDICA), HUARMEY, 2018. Tesis (Título en Ingeniería ambiental). Lima: Universidad Privada César Vallejo, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22292>

18-LAMZ, Alexis. GONZÁLEZ, María. *Inmediata / Salinity as a problem in agriculture: plant breeding an immediate solution. Cultivos Tropicales*. [en línea]. December 2013 34(4):31-42 [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2012]

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000400005&lng=en&tling=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005&lng=en&tling=en)

ISSN: 1819-4087

19-LÓPEZ, Dina. Efecto del nivel de salinidad del agua y la textura del suelo en el cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Mill). Tesis (Título en Ingeniera agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2092>

20-LUDWIKOWSKI, Jessica, and PETERSON, Eric. *Transport and Fate of Chloride from Road Salt within a Mixed Urban and Agricultural Watershed in Illinois (USA): Assessing the Influence of Chloride Application Rates*. Hydrogeology Journal Vol. 26 Issue: Number 4 p1123-1135, 13p [en línea]. June 2018 [fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=16&sid=7ee740f8-ad4c-48cb-a0d0-0f23f61d54d2%40sessionmgr101>

ISSN: 14312174; 14350157

21-LLANOS, Maritza. BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO DEL GÉNERO *Bacillus* EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE EL COLLAO (PUNO) Y SU EFECTO EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO. Tesis (Licenciado en Biología). Puno: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3705>

22-LLEREN, Tito Y RODRÍGUEZ, Wendy. *Obtención y caracterización de un hidrolizado de colágeno purificado producido mediante el uso de la enzima delvolase*. Revista Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina [en línea]. Agosto- diciembre 2017. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2019].

Disponible en:

[http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1067/pdf\\_66](http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1067/pdf_66)

ISSN: 2519-7398 (electrónico); 0255-0407 (impreso)

23-MACHADO, Jessica. Evaluación de la eficiencia del biocarbón generado a partir de biomasa de macroalgas enriquecidas con metales para la remediación de suelos degradados químicamente. Tesis (magister en recursos naturales). Santiago- chile. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL. 2018.

Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/21949>

24-MARCHESE, Bruno. Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc. Tesis (titulación en ingeniería química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 1 24 p.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6442>

25-NICHOL, Olga. Niveles de salinidad del agua de riego en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* var. Longifolia) en suelo arenoso. Tesis (titulación en ingeniería agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2017.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3003>.

26-PECEROS, Gabriela. Respuesta Productiva, Mineralización E Integridad De Tibias De Pollos De Carne Con Dietas Suplementadas Con Fitasa Y 25-hidroxicolecalciferol. Tesis (Titulo de MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN) Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1871>

27-PÉREZ, P. BARBERÁ, G. G CONESA, C. *EFFECTS OF THE TEXTURE AND ORGANIC MATTER VALUES IN THE ESTIMATION OF THE SOIL WATER CONTENT AT A REGIONAL SCALE*. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=20&sid=bc8a2a0c-ddeb->

[4f17-87e0-c3b4b7da35ad%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=fua&AN=130576273](http://4f17-87e0-c3b4b7da35ad%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=fua&AN=130576273)

ISSN: 1697-9540

28-PORTILLA, Jorge. Análisis, Evaluación de Ataques Químicos Externos y propuestas de Medidas de Mitigación a las Construcciones de Concreto en el Distrito de Santa Rosa, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque. Tesis (Maestría). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018.

Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/587275>

29-PRIETO, Francisco, PRIETO, Judith and ACEVEDO, Otilio. *Variabilidad Espacial de La Materia Orgánica En Un Suelo Dedicado Al Cultivo de Cebada Maltera (Hordeum Distichum L.* [en línea]. Universidad de Antioquia Núm. 71 (2014). [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/14020>

Número de acceso: edsbas.14FDED43

30-RAMOS, C. OBRADOR, J. GARCÍA, E. Pérez, J and Carrillo, E. 2016. "Efecto Del Encalado En La Materia Orgánica Del Suelo En Un Sistema Agroforestal." *Agroproductividad* 9 (12): 28–33.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=121052227&lang=es&site=ehost-live>

31-RODRÍGUEZ, Rubén. Caracterización físico química de los suelos desérticos de las Pampas de La Joya – Arequipa y su posible uso Agrícola. Tesis (licenciado en química) Arequipa: Universidad Nacional de Saint Agustine, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3274>

32-SÁENZ, Carmen. 2020. “Utilización Agroindustrial Del Nopal / C. Sáenz... [et Al.] ; Pról. de Shivaji Pandey.” Accessed June 11.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.ocn644878952&lang=es&site=eds-live>

33-SANCLEMENTE, Oscar. YACUMAL, Viviana and PATIÑO, Carlos. *Phosphate solubilizing bacteria isolated from three agroecosystems of Valle del Cauca (Colombia)*. Universidad de Córdoba Portal de Revistas. [en línea]. 2017. . [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/945>

DOI: 10.21897/rta.v22i2.945

34-SILVA, Cid. CASTELLANOS, Leónides. JIMÉNEZ, Maikel and MODA, Leandro. *Fuentes De Fosfato Asociadas a La Cachaza Y El Biofertilizante Sobre Los Microorganismos Solubilizadores De Fósforo Y Su Contenido En El Suelo*. Cultivos Tropicales Vol. 37 Issue 1, p22-27. 6p. [en línea]. (January 2016): 22–27 [fecha de consulta 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=114516046&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN: 0258-5936

35-TÁCUNA, Raúl. AGUIRRE, Lucrecia and FLORES, Enrique. *INFLUENCE OF REVEGETATION USING NATIVE SPECIES AND THE INCORPORATION OF ORGANIC MATTER IN THE RECOVERY OF DEGRADED RANGELANDS*. [en línea]. Julio 2015 no. 2 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=112038799&lang=es&site=eds-live>.

ISSN: 1726-2216

36-TREJO, Allely. PRIETO, Judith. PRIETO, Francisco. ACEVEDO, Otilio and Yolanda MATMOLEJO. *Directory of Open Access Journals: DOAJ Articles* [en línea]. Vol 10, Iss 1, Pp 13-26 (2019). [fecha de consulta 17 mayo de 2020].

Disponible en

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.B939A592&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 0718-8706

37-TREJO, Nallely, PRIETO, Judith. PRIETO, Francisco. MARMOLEJO, Yolanda. and ACEVEDO, Otilio. *DESPLAZAMIENTO DE SODIO EN UN SUELO SALINO POR MEDIO DE LA COMBINACIÓN DE ENMIENDAS*

ORGÁNICAS Y QUÍMICAS. (Spanish). *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals* 9 (6): 6697.). 2017.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=140431238&lang=es&site=eds-live>

38-TRINIDAD, Santos, and VELASCO, J. "Importancia De La Materia Orgánica En El Suelo." *Agroproductividad* 9, no. 8 (August 2016): 52–58.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=118231653&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN: 2448-7546

39-ZALBA, Pablo. GARAY, Maximiliano. AMIOTTI, Nilda and ARES, Adrian. *IMPROVED FIELD METHOD FOR ESTIMATING SOIL SALINITY*. *Ciencia del Suelo*. [en línea]. 2013, Vol. 31 Issue 2, p265-269. 5p. [Fecha de consulta: 11 de abril del 2020].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=113780876&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN:0326-3169

40-ZAPATA, Hleap. IGOR, José and GUTIÉRREZ, Claudio. *Hidrolizados de Pescado – Producción, Beneficios y Nuevos Avances En La Industria*. -Una Revisión Universidad Nacional de Colombia. [en línea]: Portal de Revistas UN..2012-2015 Vol. 66, Núm. 3 (2017) [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2020].

Disponible en:

[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/52595](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/52595)

DOI:10.15446/acag.v66n3.52595

41-ZHU, Jian-Kang. LIU, Jiping and XIONG, Liming. *Genetic analysis of salt tolerance in Arabidopsis: Evidence for a critical role of potassium nutrition*. Plantcell.org [en línea]. Julio de 1998. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020].

Disponible en: <http://www.plantcell.org/content/10/7/1181>

Doi:10.2307/3870720.

42-ZÚÑIGA, Orlando. OSORIO, Juan. CUER, Ramiro and PEÑA, Julián. *Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos degradados por Salinidad*. Revista Facultad Nacional de Agronomía [en línea]. Medellín; Vol. 64, Núm. 1 (2011). [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/26378>

Número de acceso: edsbas.5F3B66D5



## ANEXOS

**Cuadro 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

VARAIBLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Hidrolizado de residuos de pescado Y matriz de tejido óseo aviar	El proceso de hidrólisis se basa en la ruptura de los enlaces peptídicos y así tener como resultado aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular requiriendo una molécula de agua por cada enlace destruido (Flores, 2017).	Los restos de pescado se obtendrán del mercado central milagros de Jesús comas-Collique y se aplicará el proceso de hidrolisis enzimática para su obtención y dilución previa a la aplicación en el suelo salino y la matriz de tejido óseo aviar se obtendrá de diversos restaurantes dentro del distrito de comas. Para obtener la parte inorgánica se realizará la	Propiedades fisicoquímicas del hidrolizado de residuos de pescado	PH	Intervalo (0-14)
				Conductividad eléctrica	dS/m
			Propiedades fisicoquímicas de la matriz de tejido óseo aviar	Materia orgánica	Porcentaje %
				Materia inorgánica	Porcentaje %
			Dosis administrada al suelo	Hidrolizado con vísceras de pescado	5 % proporción volumen/volumen
				Matriz de tejido óseo aviar	1 % proporción volumen/volumen

		calcinación en la mufla del laboratorio y obtener la ceniza.			
Reducción de la salinidad en suelos	La cantidad de fósforo, así como su disposición está ligada con el pH del suelo, de los cuales depende la solubilidad de hidróxidos de aluminio y hierro. A valores debajo de 6.5 de pH se generan fosfatos los cuales son un fertilizante inorgánico del suelo (Llanos, 2017)	Para la identificación se realizará la toma de 30 muestras en diversos puntos según la técnica aplicada (rejilla regular) en los 0.25 metros de la superficie del suelo (uso agrícola) para determinar los tipos de sales que predominan. Así poder ajustar la dosis de aplicación de hidrolizado de residuos de pescado y matriz de	Propiedades Físicas	Estructura del suelo (Textura y color)	Porcentaje %
				Densidad del suelo (real y aparente)	g/mL
			Propiedades Químicas	pH	Intervalo (0-14)
			Concentración iónica	Conductividad eléctrica (C.E)	dS/m

		tejido óseo aviar			
--	--	----------------------	--	--	--

## GALERÍA FOTOGRÁFICA



*Figura 17.* zona de estudio (suelo afectado por salinidad).



*Figura 18.* Selección de muestras se suelo (2kg) antes del tratamiento.



*Figura 19.* Medición de profundidad de toma de muestras (25 cm).



*Figura 20.* Medición de profundidad y de toma de muestras de (2 kg) cada una.



*Figura 21.* Preparación del hidrolizado de residuos de pescado.



Figura 22. Dilución y Preparación del hidrolizado de residuos de pescado para usar en el tratamiento de suelo salino.



Figura 23. Medición de los parámetros químicos del suelo.



Figura 24. Medición de parámetros químicos y físicos del suelo.



Figura 25. Pesaje de suelo para pruebas de textura, densidad real y aparente del suelo.



*Figura 26.* Suelo luego del tratamiento 2 y 3 (presencia leve de vegetación).





**Ficha 1.** Muestreo y caracterización del perfil del suelo.

Datos generales

Nombre del sitio en estudio: Departamento:	Departamento:
Razón social:	Provincia:
Uso principal:	Dirección del Predio:

Nombre del punto de muestreo:	Operador: (empresa/persona):
Coordenadas: X: Y: (UTM, WGS84)	Descripción de la superficie: (pe. asfalto, cemento, vegetación)
Temperatura (°C):	Precipitación (si/no, intensidad):
Técnica de muestreo: (p.e. sondeo manual/semimecánico/mecánico, zanja, etc.)	Instrumentos usados:
Profundidad final: (en metros bajo la superficie)	Napa freática: (si/no, profundidad en m)
Instalación de un pozo en el agujero: (si/no, descripción):	Relleno del agujero después del muestreo: (si/no, descripción):

Clave de la muestra:							
Fecha:							
Hora:							
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)							
Características organolépticas:							
Color:							
Olor:							
Textura:							
Compactación/Consistencia:							
Humedad:							
Componentes antropogénicos:							

Cantidad de la muestra: (Volumen o peso)							
Medidas de conservación:							
Tipo de muestra: (simple/compuesta)							
Área de muestreo (m <sup>2</sup> ):							
Densidad real							
Densidad aparente							

Comentarios:	Croquis:
--------------	----------

Fuente: Elaboración propia sustentado por la guía de muestreo de suelos contaminados MINAM en el marco del D.S N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.


**Ficha 2.** *Parámetros físicos y químicos: hidrolizado de residuos de pescado.*

Responsable		fecha	
Cantidad de la muestra: (volumen o peso)		Coordenadas: X: Y: (UTM, WGS84)	
Tiempo de preparación (horas)		Temperatura (°C):	
Medidas de conservación:		Hidrolizado n.º:	
Características organolépticas:		Instrumentos usados:	
Color		Operador: (empresa/persona):	
Olor			
Parámetros/Repeticiones	C.E (conductividad eléctrica) (dS/m)	pH	
Medida inicial			
1			
2			
3			


**Ficha 3.** Parámetros físicos y químicos: matriz de tejido óseo aviar

Responsable		Fecha	
Cantidad de la muestra: (volumen o peso)		Coordenadas: X: Y: (UTM, WGS84)	
Tiempo de preparación (horas)		Temperatura (°C):	
Medidas de conservación:		Matriz de tejido óseo n.º	
Características organolépticas:		Instrumentos usados:	
Color		Operador: (empresa/persona):	
Olor			
Repeticiones	Materia orgánica (%)	Materia inorgánica (%)	
Medida inicial			
1			
2			
3			


**Ficha 4.** Monitoreo semanal del tratamiento con matriz de tejido óseo aviar “t1”

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				Semana número:						
Fecha					Tratamiento					
Responsable					Coordenadas: X: Y:					
Tipo de Dosis										
N.º Calicata	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Repetición/parámetro	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										
Repetición/parámetro	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										

**Ficha 5.** Monitoreo semanal del tratamiento con hidrolizado de residuos de pescado “t2”

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				Semana número:						
Fecha					Tratamiento					
Responsable					Coordenadas: X: Y:					
Tipo de Dosis										
N.º Calicata	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Repetición/parámetro	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										
Repetición/parámetro	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										

**Ficha 6.** Monitoreo semanal del tratamiento con matriz de tejido óseo aviar e hidrolizado de residuos de pescado “t3”

				Semana número:						
Fecha					Tratamiento					
Responsable					Coordenadas: X: Y:					
Tipo de Dosis										
N.º Calicata	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Repetición/parámetro	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)	C.E (dS/m)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										
Repetición/parámetro	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)	pH (rango de pH)
Medida inicial										
Repetición 1										
Repetición 2										
Repetición 3										