



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Lesly Mildred Pino Huamán (ORCID: 0000-0002-4356-2084)

ASESOR:

MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi creador Dios, que es mi forjador de mi camino, quien me acompaña siempre, me levanta en mis días buenos y malos. A mis padres Miriam y Walter, los amo.

Lesly Mildred Pino Huamán

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida bendiciéndome y dándome las fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres Miriam Huamán y Walter Pino que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

A la empresa EMEMSA SA, en especial al Ing. Miguel Rugel por su confianza depositada en mí, por brindarme las facilidades con respecto a los horarios para culminar la investigación.

A mi asesor MSc. Wilber S. Quijano Pacheco por su paciencia, dedicación y seguimiento para el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	19
2.1. Tipo y diseño de investigación	19
2.2. Operacionalización de variables	19
2.3. Población, muestra y muestreo	21
2.3.1. Población	21
2.3.2. Muestra.....	21
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.4.2. Materiales, equipos y reactivos utilizados en el experimento	23
2.4.4. Validez.....	25
2.4.5. Validación de Expertos.....	25
2.4.6. Confiabilidad	25
2.5. Procedimiento	26
2.6. Métodos de Análisis de datos	46
2.7. Aspectos éticos	46
III. RESULTADOS	47

IV. DISCUSIÓN.....	69
V. CONCLUSIÓN.....	71
VI. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Las partículas de suelo en su composición granulométrica.....	13
Tabla 2. Taxonomía de la Acelga (Beta vulgaris var. cicla)	16
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables	20
Tabla 4. Georreferenciación poblacional.....	21
Tabla 5. Georreferenciación de la muestra.....	21
Tabla 6. Instrumentos, materiales y equipos utilizados en el área de estudio.	24
Tabla 7. Validación de expertos	25
Tabla 8. Mediciones Iniciales in situ.	27
Tabla 9. Condiciones iniciales del suelo de manera in situ (Horizonte A)	28
Tabla 10. Condiciones iniciales de la calicata de manera in situ(Horizonte B).	30
Tabla 11. Identificación foliar IN situ	35
Tabla 12. Resultados de los Parámetros de agua de riego.....	36
Tabla 13. Cloruros en el agua de riego in situ	36
Tabla 14. Alcalinidad en el Agua de riego in situ	37
Tabla 15. Dureza total del agua de riego in situ	37
Tabla 16. Dureza cálcica del agua de riego in situ	38
Tabla 17. Caracterización de residuos orgánicos.	40
Tabla 18. Etapas del desarrollo de investigación.	45
Tabla 19. Parámetros iniciales del suelo	47
Tabla 20. Propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola de Chancay luego del tratamiento.	49
Tabla 21. Anova de las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola	50
Tabla 22. HSD Tukey- Temperatura	51
Tabla 23. HSD Tukey de pH	52
Tabla 24. HSD Tukey de conductividad eléctrica.....	53
Tabla 25. Parámetros y composición del biosurfactante.	54
Tabla 26. Número de colonias sembradas en el suelo agrícola.....	54
Tabla 27. Características de la acelga.....	55
Tabla 28. Resultados de capacidad de absorción de la acelga.....	56

Tabla 29. Anova de un factor de capacidad de absorción de sales de la acelga.....	57
Tabla 30. HSD Tukey de cloruros en la acelga.	57
Tabla 31. Resultado de sales en suelo	59
Tabla 32. Anova de la desalinización del suelo.....	60
Tabla 33. Tukey de cloruros en el suelo	61
Tabla 34. Indicadores de salinidad iniciales y finales.	62
Tabla 35. Tukey de nitratos de suelo	62
Tabla 36. Tukey de nitritos de suelo.....	63
Tabla 37. Anova de tiempo óptimo	64
Tabla 38. Anova de un Cloruros en suelos respecto al tiempo.....	65
Tabla 39. Tukey de nitratos en el suelo respecto al tiempo.....	66
Tabla 40. Tukey de nitritos en el suelo respecto al tiempo	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de Clases Texturales	14
Figura 2. Delimitación del área de muestra	22
Figura 3. Muestreo Aleatorio Simple	22
Figura 4. Muestro de puntos.	23
Figura 5. Equipos y materiales.	24
Figura 6. Delimitación de la zona de estudio y medición de los puntos GPS.	26
Figura 7. Recolección de la muestra.....	27
Figura 8. Mezcla con agua destilada	27
Figura 9. Inicio de la calicata.....	28
Figura 10. Medición de calicata	29
Figura 11. Calicata terminada.....	29
Figura 12. Medición de la temperatura.....	30
Figura 13. Triángulo textural de la USDA	34
Figura 14. Identificación foliar in situ	35
Figura 15. Recolección de agua de riego.....	36
Figura 16. Materiales a utilizar para la elaboración de la pila (biorreactor)	39
Figura 17. Elaboración de la pila (biorreactor).....	39
Figura 18. Pila (biorreactor) terminada	39
Figura 19. Caracterización de residuos orgánicos.	41
Figura 20. Segregación de los residuos en peso igual para cada pila.	41
Figura 21. Biosurfactantes a los 15 días.	41
Figura 22. Siembra de la acelga en almácigos.....	42
Figura 23. Crecimiento de la acelga	42
Figura 24. Peso del suelo a las macetas.	43
Figura 25. Macetas con los tres tratamientos en inicio.....	43
Figura 26. Macetas con el tratamiento de biosurfactantes y acelga	44
Figura 27. Macetas con el tratamiento de biosurfactantes y acelga a la fecha 19/10/19.....	44
Figura 28. Toma de características de la acelga en cada etapa.....	44
Figura 29. Gráfico de medias de temperatura.....	51

Figura 30. Gráfico de medias de pH.....	52
Figura 31. Gráfico de medias de conductividad eléctrica	53
Figura 32. Gráfico de medias de absorción de sales de la acelga.....	58
Figura 33. Gráfico de medias de cloruros en el suelo	61
Figura 34. Gráfico de medias de nitratos en el suelo.....	63
Figura 35. Gráfico de medias de nitritos en el suelo.	64
Figura 36. Gráfico de medias de cloruros en el suelo respecto al tiempo	66
Figura 37. Gráfico de medias de nitratos en el suelo respecto al tiempo	67
Figura 38. Gráfico de medias de nitritos en el suelo respecto al tiempo.....	68

RESUMEN

Este trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de la desalinización de suelos con biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*). Los biosurfactantes son compuestos amifílicos producido sobre superficies vivientes, tales como superficies celulares que poseen regiones hidrofóbicas e hidrofiliias. La salinidad en los suelos es causada por riego u origen natural. El tipo de investigación fue aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población estuvo compuesta por los suelos agrícolas de Chancay y la muestra fue representada por 27 kg. Para la evaluación de los indicadores se tomó como instrumentos: Fichas de recolección de muestras, propiedades fisicoquímicas del suelo, propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes y características de calidad de la acelga. El trabajo fue planteado bajo el diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron las tres dosis de biosurfactantes (T1-5%, T2-10% y T3-15%) y en 3 tiempos: 15 días, 30 días y 45 días. Los resultados mostraron temperaturas de 20.3°C, pH de 7,27 y la conductividad eléctrica fue reducida en un 48,79%. La mejor dosis fue de 150 ml de biosurfactantes que absorbió 13,54 mgCl-/kg de suelo, alcanzando una reducción máxima de 76,59% durante un tiempo de 45 días. Finalmente se concluye que los biosurfactantes del biocompost asociado a la acelga para todos los tratamientos fueron significativas y que estos tienen gran potencial en la desalinización del suelo agrícola procedente de Chancay.

Palabras Claves: Biosurfactantes, acelga, desalinización, suelo agrícola.

ABSTRACT

This research was elaborated with the objective of desalinization of soils with biocompost biosurfactants, as organic fertilizer associated with the swiss chard (*Beta vulgaris* var. Cycles). Biosurfactants are amphiphilic compounds produced on living surfaces, such as cell surfaces that possess hydrophobic and hydrophilic regions. Salinity in soils is caused by irrigation or natural origin. The type of research was applied, with a quantitative approach and experimental design. The Chancay population consisted of agricultural soils and the sample was represented by 27 kg. For the evaluation of the indicators was taken as instruments: Datasheet collecting samples, physicochemical properties of the soil, physicochemical properties of biosurfactants and quality characteristics of chard. The work was raised under a completely random design. The treatments were the three doses of biosurfactants (T1-5%, T2-10% and T3-15%) and in 3 times: 15, 30 and 45 days. The results showed temperatures of 20.3 ° C, pH of 7.27 and the electrical conductivity was reduced by 48.79%. The best dose was 150 ml of biosurfactants that absorbed 13.54 mgCl⁻ / kg of soil, reaching a maximum reduction of 76.59% during a period of 45 days. Finally, it is concluded that biocompost biosurfactants associated with chard for all treatments were significant and they have great potential in the desalination of agricultural soil from Chancay.

Key Words: Biosurfactants, chard, desalination, agricultural soil.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el suelo y el agua son recursos naturales de mucha importancia para el desarrollo y la sostenibilidad de la vida humana. Por este motivo, se considera el agua como el recurso responsable del mantenimiento de la vida en el planeta y al suelo como el recurso renovable que permite abastecer a los seres humanos con sus diversos cultivos, Sin embargo, en las últimas décadas la diversidad de los cultivos se ve afectada directamente o indirectamente por los malos procesos de cultivo aplicados por el hombre en consecuencia la degradación e esterilización de los suelos, por ejemplo, la salinización de los suelos.

Las causas de la degradación de los suelos son alrededor de 298 461 hectáreas se ven afectadas por la salinidad debido a causas naturales, el cual representa el 29% y causada por el hombre, el cual representa el 71 %. Estas posibles causas son el mal drenaje y las malas prácticas de riego utilizados por los agricultores, disminuyendo o eliminando la capacidad del suelo para poder germinar productos intolerantes a la sal. Asimismo, los valles más afectados por estos problemas son Tumbes, Piura, Mala, Cañete, San Lorenzo, Santa – Lacramarca, Casma, Chincha, Pisco, Ica, Acari, Camaná, Majes, Vitor, Tambo y Sama. Por tal motivo, la presente investigación se llevará a cabo en el valle de Chancay, valle en el cual el suelo se ve afectado por este fenómeno (Guerrero ,2002).

El presente trabajo se enfocó en la aplicación de los biosurfactantes asociados a la acelga como desalinizadores de suelos mediante la reutilización de residuos orgánicos producido a partir del compostaje de frutas y verduras que fueron recolectados del mercado Cachi Divos en San Martín de Porres, aproximadamente se generan 380kg diarios de residuos. De igual modo se estima que más del 54% de los residuos orgánicos estarían siendo dispuestos en el ambiente sin ningún tipo de tratamiento provenientes de mercados de abasto y mayoristas, aproximadamente 170'000 ton/año. Actualmente estos residuos son recolectados por los municipios y son dispuestos en los rellenos sanitarios de la ciudad de Lima. Esto no resulta sostenible ya que se genera una mayor cantidad de emisiones y se ocupan grandes cantidades de terreno y no existe un reaprovechamiento de los residuos orgánicos (Del Carpio, 2019).

En la actualidad, **la realidad problemática** en relación al crecimiento demográfico global y crecimiento económico, se ha incrementado el consumo de recursos de la forma de vida en el siglo XXI. Esto ha generado cambios en las condiciones que afectan la calidad de los suelos, el agua y el aire de nuestro planeta. Asimismo, las actividades antropogénicas por falta de cultura ambiental no están enfocadas plenamente a la sostenibilidad.

Según el grupo técnico intergubernamental del suelo, el estado mundial del recurso establece un bienestar humano en el que debe conservarse, ya que existen impactos severos que lo afectan geológica, atmosférica e hidrológicamente. Dentro de estos el suelo, se encuentra la salinidad, como consecuencia la disminución del rendimiento de los suelos de cultivo (FAO, 2013). Actualmente, no existe una estimación reciente del porcentaje de suelos salinos en el mundo. Sin embargo, según se estima que aproximadamente mil ciento veintiocho millones de hectáreas a nivel mundial son suelos salinos (Wicke, 2011).

Los suelos degradados por salinidad, considerándose no aptos para la actividad agrícola y el desarrollo urbano. Sin embargo, los suelos son los fundamentos de la seguridad alimentaria suministrando a las plantas nutrientes, agua y el soporte para sus raíces. El suelo funciona como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la tierra. Asimismo, contiene más carbono que toda la vegetación en la tierra, por lo tanto, regula la emisión de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero y hospedan una gran biodiversidad para los procesos en los ecosistemas (Hernández, 2010). El Perú no está ajeno a esta realidad problemática puesto que según el Ministerio de Agricultura y Riego aproximadamente el 40% de los suelos de la costa peruana se ven afectados por la salinización. Como ejemplo de esto se puede mencionar los suelos agrícolas de Chancay, los cuales contienen una cantidad elevada de sales como sodio, potasio, magnesio, calcio, cloruro de sulfato, carbonato y bicarbonato las que se acumulan en gran cantidad generando los cloruros perjudiciales para la agricultura.

Por ende, la presente investigación consta de los siguientes **antecedentes**:

KAKARAS et al. (2016) tuvieron como objetivo mitigar la salinidad del suelo mediante el cultivo de tomate en diferentes muestras de suelo salino: 0.9, 4.2, 7.2 y 14.1 dS/m. Tuvieron como resultado que en un suelo en gran medida de salinidad (14.1 dS/m) cultivado con tomate al lado *Salsola soda L*, pudo disminuir la conductividad eléctrica a 10.6 dS/m. Se

concluyó que la actividad enzimática de las plantas (*Salsola soda L.* y el tomate) aumenta a medida de mayor salinidad del suelo.

AYYAPPAN et al. (2013) determinaron que el uso de las plantas halófilas mejora un suelo agrícola salino con la *Suaeda monoica*. Esta experimentación con parcelas (5 x 10 cm), tomando 30 cm cultivadas teniendo 30, 60, 90 y 120 días de muestreo y se realizó la verificación de parámetros de conductividad eléctrica y pH. Lograron como resultado que en los 120 días la *Suaeda monoica* disminuyó la conductividad eléctrica viéndose un antes (5.1 dS/m) y un después (3.3 dS/m) eliminando 453.55 Kg de cloruros en 4 meses, por lo tanto, consideraron a la *Suaeda monoica* como un mejorador de suelos.

ZORRIG et al. (2012) en sus diferentes investigaciones de fito-desalinización llevadas a cabo en su laboratorio, demostrando la capacidad de algunas halófitas para desalinizar su rizosfera. Esta evaluación se basó en la disminución de la salinidad del suelo, sodicidad, y la concentración de sodio, Fito-desalinización (PHD - capacidad de la halofita), y la capacidad de una glicofita a crecer en el suelo desalinizado. En experimentos de invernadero con las halófitas: *T. indica*, *S. fruticosa*, y *Sesuvium portulacastrum* mostró capacidad PHD notable en condiciones de no lixiviación (alrededor de 1 t Na⁺ ha⁻¹ de capacidad en el caso de *S. portulacastrum*). En tierra tomada desde el interior de mechones halófitas como *glycophytic* exhiben una mayor producción de biomasa que en suelo tomado de mechones fuera. Asimismo, el cultivo de *Hordeum vulgare L.* (cultivo de ensayo) en suelos salinos desalinizada previamente por *S. portulacastrum* mostró que la disminución de la salinidad del suelo y sodicidad era beneficioso la producción de biomasa, la hidratación del tejido, acumulación de sodio, y la adquisición de potasio.

RAVINDRANA et al. (2007) los suelos salinos fueron recuperados por remediación química o mecánica, ya que el costo de la técnica mediante lixiviación para la recuperación de suelos salinos resulta más costosa en la India, identificaron la velocidad de crecimiento de las hierbas halófitas, las cuales son acumuladores de sal. Asimismo, se evaluó la viabilidad de bioacumulación de sal. Del estudio realizado se obtuvo como resultados que entre las seis especies estudiadas las *Suaeda marítima* y la portulacastrum *Sesuvium* mostraron mayor acumulación de sales en sus tejidos, así como una mayor disminución de sales en el medio del suelo.

RABHI et al. (2009) determinaron la disminución de la conductividad eléctrica mediante muestras de suelo en el *sabkha de Soliman* (Túnez) tomadas de una profundidad de 20 centímetros del terreno durante el período más seco del año (julio-agosto) desde la parte interior y externa los mechones de dos halófitos perennes: *Arthrocnemum indicum* (Willd.) Moq. Y *Suaeda fruticosa* Forssk., ambos de la familia *Chenopodiaceae*. Estas muestras se analizaron para determinar la conductividad eléctrica del extracto de pasta de saturación (ECe) y el contenido de sodio soluble (Na⁺). Luego, los mechones se dividieron en tres categorías de tamaño y se determinó su producción de biomasa de brotes y el contenido de Na⁺. Los resultados mostraron una contribución considerable de la acumulación de Na⁺ a la desalinización de la rizosfera. La capacidad de los dos halófitos nativos *A. indicum*. Y *S. fruticosa* para desalinizar los suelos salinos se comparó con la de un halófito introducido, *Sesuvium portulacastrum* L. (*Aizoaceae*). Los resultados obtenidos confirmaron la contribución de la acumulación de Na⁺ en los brotes lo cual contribuyo con desalinización del suelo. También demostraron que entre las tres especies estudiadas, la *Sesuvium portulacastrum* L. muestra mejores resultados en regiones áridas y semiáridas donde las precipitaciones son escasas para filtrar las sales de la rizosfera.

NORMAN et al, (2005) enfocaron en tres factores que afectan la producción de ganado usando halófitos: producción de biomasa, valor nutritivo (NV) de la biomasa y consumo de alimento voluntario (VFI). El crecimiento de los forrajes halofíticos es ampliamente reconocido como un medio para usar tierra salina y agua, pero el objetivo de este estudio fue evaluar los factores que afectan la utilización de esta biomasa por parte de rumiantes como ovejas, vacas y cabras. La producción de biomasa depende de las especies de plantas, el genotipo, el grado de estrés abiótico (salinidad, anegamiento), el manejo agronómico y la interacción entre los genotipos y el ambiente abiótico. La producción en sistemas irrigados es aproximadamente 10 veces mayor, relacionándose con la eficiencia del uso de nutrientes por parte de los animales y está influenciada por las especies de plantas, el genotipo y el genotipo x las interacciones ambientales. Los halófitos generalmente contienen una energía metabolizarle más baja que los forrajes tradicionales y la mayoría no tiene suficiente energía para el mantenimiento de peso vivo. Los chenópodos generalmente tienen alto contenido de proteínas crudas, azufre y minerales, que son críticos para la producción de rumiantes. Sin embargo, el oxalato, las toxicidades minerales y las deficiencias inducidas pueden tener efectos adversos en los animales. La productividad de los sistemas agrícolas salinos puede

mejorarse aumentando el valor de alimentación de los halófitos. El aumento de la energía metabolizable es el factor más importante. La medición de la palatabilidad relativa de los animales de pastoreo puede ayudar a identificar genotipos con mayor NV.

KHALED et al. (2014) focalizaron en su estudio en la cebada (*Hordeum vulgare L.*), para ello midió el efecto de la salinidad sobre el parámetro de intercambio de gases, el contenido de Na⁺ en los brotes, la selectividad K⁺ / Na⁺, la eficiencia instantánea del uso del agua y la materia seca total en catorce accesiones de cebada de dos regiones en el sur de Túnez. Para ello en los experimentos variaron los parámetros de salinidad en tres niveles (5, 13 y 20.5 dS / m). La salinidad redujo significativamente la asimilación neta de la fotosíntesis, la tasa de transpiración, la conductancia estomática, el K⁺ / Na⁺ y no indujo una variabilidad significativa en la concentración intracelular de CO₂. En consecuencia, se obtuvo como resultados que las accesiones Ettalah, Chneni Tatouine y Elhezma mostraron mayor tolerancia a la sal, índice de susceptibilidad a la salinidad relativamente alto, un deterioro relativamente bajo de la conductancia estomática, la asimilación de la fotosíntesis y la tasa de transpiración.

MEDINA, QUIPUZCO Y JUSCAMAITA (2015) tuvieron como objetivo evaluar los parámetros fisicoquímicos y tiempo de generación de los abonos orgánicos en estado líquido mediante el estiércol de ovino, hortalizas y agua, a través de dos procesos y mediante un biogestor. Teniendo como resultados que un periodo de 120 días se obtuvo el biol las cuales fueron evaluados en el laboratorio, presentó un pH de 6.8-7.8, sus concentraciones de nutrientes aumentaron considerablemente y su carga patógena se minimizó totalmente al término del tratamiento, por lo tanto, consideraron al biol como un producto inóculo como utilidad de fertilizante orgánico.

EDELSTEIN et al. (2009) describen la respuesta del vetiver (*Vetiveria zizanioides*) a la fertilización, la salinidad y sus interacciones en condiciones de riego. El experimento se realizó en un invernadero en macetas de 10 l. Por tal motivo, se estudiaron los efectos combinados de tres concentraciones de nutrientes y tres niveles de salinidad de conductividad eléctrica (EC) 1, 3 y 6 dS / m en el agua de riego sobre el crecimiento y la transpiración de las plantas de vetiver y el contenido de diferentes elementos en su follaje.

Contenidos similares de $w3.7 \text{ g / kg Na}$, $w5.77 \text{ g / kg Ca}$ y $w2.55 \text{ g / kg}$. Se encontraron Mg en el follaje de todas las plantas irrigadas con los diferentes niveles de fertilizante y salinidad. Las concentraciones de 59 mg / L N y 36.1 mg / L K en el agua de riego fueron suficientes para las necesidades de las plantas de vetiver a los diferentes niveles de salinidad analizados. El aumento de EC en el agua de riego a 6 dS/m redujo la biomasa del follaje de las plantas principalmente debido a un aumento en el potencial osmótico del agua de riego y una alta concentración de Cl en el follaje.

DÍAZ (2017) tuvo como objetivo caracterizar los bioles desde su proceso hasta la obtención de este artesanalmente, asimismo evaluó sus propiedades fisicoquímicas. Su producto fue elaborado mediante el compostaje de excremento vacuno, hierbas verdes, hortalizas y agua segregadas en un biorreactor. Teniendo como resultados en 88 días obtuvo el producto en las cuales tuvo como resultados una temperatura de 29.1 C° , una conductividad eléctrica de 21.5 dS/m , 7.3 pH y en referencia a lo microbiológico 453 número de colonias, concluyendo que su producto tuvo alto número de unidades formadoras de colonias.

ELRAHMAN et al. (2012) tuvieron como objetivo investigar el efecto de diferentes componentes para el mejoramiento del suelo, muestran los resultados del experimento de prueba que se realizó en un campo durante la temporada de invierno de 2010/2011, los componentes como: yeso, ácido cítrico, estiércol de granja, compost y la combinación entre ellos en suelos pesados con sal de arcilla irrigada con aguas residuales y también, sus efectos en la producción de trigo. El experimento se llevó a cabo en la llanura del norte de El-Hosinia. Como resultados de este estudio se concluyó que las características químicas del suelo estudiado, es decir, pH, ECe, iones solubles, SAR y ESP se mejoraron mediante la aplicación de las enmiendas bajo riego con agua de drenaje Bahr El-Baqar. El mejor efecto se mostró utilizando 50% de yeso + 50% de FYM. Cabe mencionar que las concentraciones de metales pesados en los granos fueron las más bajas y dentro del rango normal, excepto para Cu y Ni. Con respecto a las partes de la planta entera, las concentraciones de metales pesados se redujeron mediante la aplicación de yeso al suelo usado.

HURTADO (2019) determinó la eficiencia de biorrecuperación en base de enmienda orgánica incorporada en el suelo salino, teniendo 4 maceteros, se vertieron 50kg de su muestra de suelo respectivamente teniendo 4 dosis diferentes al 16%, 20%, 24% y más

testigo estos los elaboro a base de estiércol de vaca, aserrín de madera y suelo de chara presentó mediante el estiércol de vaca, aserrín de madera y suelo de chacra con 3 tiempos 25, 45 y 60 días obteniendo como resultado que su mejor tratamiento fue el 20% y 24% que lograron reducir la conductividad eléctrica entre 10.1 a 12.1%, con respecto a su pH se sostuvo en alcalinidad y en porcentaje de sodio intercambiable consiguió de 6.74 a 9.4% de disminución.

CHAN et al. (2016) muestran el uso de la zeolita para controlar la conductividad eléctrica (CE) bajo el compostaje "estruvita" de los residuos de alimentos. La zeolita al 5% y al 10% (en peso seco) se complementó con la masa de compostaje que recibió sales de Mg y P y se comparó con el tratamiento con sales de Mg y P. La adición de sales de Mg y P efectivamente amortiguó el pH a 8.0, pero también aumentó la CE del compost a 6.45 mS / cm. La enmienda conjunta con 10% de zeolita redujo efectivamente la CE a 2,82 mS / cm y mejoró la madurez del compost. También aumentó la adsorción de iones amonio reduciendo La pérdida de amoníaco se redujo al 18%, lo que resultó en un mayor contenido total de nitrógeno en el compost final.

CHAGANTI et al. (2015) publicaron el potencial de recuperación de biochar, biosólidos y compost de residuos verdes aplicados a un suelo salino-sódico para lo cual se evaluó en un experimento de lixiviación en laboratorio utilizando agua moderada con recuperación de SAR. Los tratamientos incluyeron biochar, co-compost de biosólidos, compost de residuos verdes, yeso, biochar mas yeso, biosólidos mas yeso, residuos verdes más yeso, estos tratamientos fueron sometidos a una incubación de un mes. Las pérdidas acumuladas de lixiviados de iones de Sodio, iones de Calcio y iones de Magnesio tanto como las propiedades del suelo se evaluaron después de la lixiviación. Los resultados muestran que la lixiviación con agua SAR moderada lograron reducir la salinidad y la sodicidad del suelo, independientemente de la aplicación de la enmienda. Sin embargo, la incorporación de biochar y compost mostraron mejores resultados, por ejemplo, la extracción de sal fue mayor en suelos tratados con enmiendas orgánicas puesto que los lixiviados de los cationes fueron significativamente mayores en los suelos tratados con biochar y compost respecto a los que fueron tratados con el yeso. Después de la lixiviación, los análisis de suelo indicaron que el pH del suelo se redujo significativamente.

KIM et al. (2017) precisaron la efectividad de la aplicación de compost a base de yeso y paja de arroz para la mejora en la calidad del suelo durante la desalinización de suelos costeros previamente recuperados. Los cuatro tratamientos fueron control (sin modificaciones), yeso, compost de paja de arroz y compost de yeso más paja de arroz. La adición de compost de yeso y paja de arroz dio como resultado una reducción en la densidad aparente del suelo y un aumento correspondiente en la porosidad del suelo en suelos sódicos altamente salinos ($p \leq 0.05$). Los resultados del diámetro medio en peso (MWD) mostraron que la aplicación de enmiendas al suelo aumentó significativamente la MWD ($p \leq 0.05$); la MWD más alta se observó para el tratamiento de compost de paja de yeso y arroz y fue el doble de la magnitud del control.

LAKHDAR *et al.*, (2009) describieron que el problema de la baja productividad de los suelos salinos puede atribuirse no solo a su toxicidad por la sal o al daño causado por cantidades excesivas de sales solubles, sino también a la falta de materia orgánica y nutrientes minerales disponibles, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio. El riesgo, la calidad ambiental y la productividad de los ecosistemas agrícolas han enfatizado la necesidad de desarrollar prácticas de manejo que mantengan los recursos del suelo. Los residuos sólidos municipales compostados (RSU) se utilizaron comúnmente para mejorar la productividad del suelo en las tierras agrícolas y reconstruir la fertilidad. Sin embargo, su aplicación también podría ser una alternativa prometedora para aliviar los efectos adversos causados por la salinización del suelo.

WALKER et al. (2008) analizaron los efectos de un compost (producido a partir de subproductos de la industria del aceite de oliva) y un estiércol de aves de corral en la solubilidad e intercambiabilidad de iones minerales en un suelo agrícola altamente salino (conductividad eléctrica para un suelo de 1: 5: extracto de agua = 1.85 dS m⁻¹). El compost y el estiércol aumentaron notablemente el crecimiento de los brotes de *Beta maritima* L. (remolacha de mar) y *Beta vulgaris* L. (remolacha azucarera) tolerantes a la sal. Para *B. maritima*, esto parecía estar relacionado con la disminución de las concentraciones de iones de sodio y de cloro en los brotes y con los aumentos de iones de potasio y anión de fosfato diádico. Asimismo, en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Moneymaker) donde el suelo fue utilizado previamente para *B. vulgaris* indicó que los efectos del estiércol en las concentraciones de cationes tisulares eran más duraderos que los de compost.

OO et al. (2013) determinaron la efectividad del compost y el vermicompost como acondicionadores del suelo para aliviar los suelos afectados por la sal y aumentar la productividad del maíz. En la Universidad de Khon Kaen, Tailandia, se llevó a cabo un ensayo en invernadero, que consistió en siete tratamientos de enmienda del suelo en un diseño completamente al azar con tres repeticiones, durante la temporada de lluvias de 2011. La altura de la planta y la materia seca total del maíz aumentaron en los tratamientos con compost y aplicación de vericompost cuando se compara con el control (sin fertilizante) en dos tipos de suelos (salinos y no alcalinos) durante la temporada de crecimiento. Asimismo, el pH del suelo y la conductividad eléctrica en los extractos de pasta de saturación disminuyeron por compost y vermicompost con o sin lombrices de tierra en comparación con tratamientos no modificados en el suelo salino. Por otro lado, los cultivos de compost y vermicompost mejoraron la capacidad de intercambio catiónico, el carbono orgánico del suelo, el nitrógeno total y el fósforo extraíble en ambos suelos. Por tal motivo, este experimento mostró que el compost y el vericompost eran efectivos en aliviar la salinidad y mejorar el crecimiento de los cultivos.

GUTIERREZ et al. (2018) hacen mención de *la S. soda* tolera la solución salina (suelo CE > 10 dS m⁻¹) y suelos con B (10 mg L⁻¹) y puede llegar a acumular altas concentraciones de Na, B y Se sin mostrar ningún síntoma de toxicidad. La capacidad de esta especie halófila podría ser una solución viable para la rehabilitación de suelos con altas concentraciones de sal, eliminándolas del medio (fitorremediación). En consecuencia, no solo es capaz de producir una gran cantidad de biomasa en condiciones desfavorables, sino que tiene la capacidad de disminuir cantidades significativas de sal de los suelos afectados.

LARA-SEVERINO et al. (2017) consideran una opción para biorremediar ambientes salinos contaminados con compuestos orgánicos hidrofóbicos, es el uso de microorganismos haloalcalófilos o haloalcalotolerantes capaces de producir biosurfactantes estables y consumir al compuesto hidrófobo. Por tal motivo, el estudio identifica a las haloalcalófilas pertenecientes a la especie *Nocardopsis salina* y las haloalcalotolerantes pertenecientes a las especies: *Kocuria palustris*, *Microbacterium testaceum* y *Kocuria rosea* como biosurfactantes. En un estudio previo se determinó la capacidad transformadora de antraceno en las tres cepas haloalcalotolerantes, por lo tanto, los resultados de este estudio sugieren

proponerlas como candidatas para procesos de biorremediación de ambientes salinos contaminados con compuestos hidrófobos.

GONZAGA et al. (2009) consideraron como una especie que mejora los suelos arcillosos y salinos, además tolerante a sequías y heladas mostrando pocos problemas a los cambios bruscos del clima. Esta especie está ubicada en áreas planas a casi planas (0 – 2%) de la llanura fluviolacustre del río Desaguadero (Altiplano Central de Bolivia), los suelos son moderadamente profundos a profundos (en función a la presencia de una napa freática u horizontes endurecidos), con diferente grado de evolución.

HERNANDEZ et al. (2011) muestran los resultados obtenidos usando Vermicompost. Se logró reducir la CE del 97.30 % al 3% con tratamiento de Vermicompost diferenciándose significativamente de lo obtenido con el tratamiento de Lemma sobre la CE del 84% al 3%. Asimismo, se comparó los resultados obtenidos con la aplicación de yeso, en los cuales solo se logró reducir la CE al 52.5%. Todas las enmiendas estudiadas fueron colocadas a 20 cm de profundidad del suelo en cuestión. Asimismo, se observó al agua de riego como otro parámetro a considerar puesto que el agua de lluvia era menos efectiva para la reducción de la salinidad del terreno.

HANCCO (2017) trabajo en evaluar la eficacia de la desalinización con un halófito como la beterraga con adición al vermicompost y cal agrícola. Contó con 3 tratamientos más testigo, la cantidad de sales iniciales fueron de 12.86 dS/m, tuvo como resultados en su tratamiento 1 con vermicompost al 20 % con una eficacia de 4404%, el tratamiento 2 con cal agrícola (70 gr) fue de 29.30% y finalmente el tratamiento 3 que removió 52.22% teniendo una conclusión que los tres en conjunto: beterraga, vermicompost y cal agrícola desalinizan suelos mejorando así su calidad.

MOGOLLON, MARTINEZ Y TORRES (2015) evaluaron el efecto del vermicompost elaborado con lombriz roja californiana y sustratos de restos de alimentos en las propiedades de un salino-sódico. Tuvieron 3 dosis distintas durante 28 días las cuales obtuvieron como resultado empleándolo al 10% logrando una mejora en 38.21%, con respecto a las propiedades fisicoquímicas tuvieron una reducción en pH 1.5 diferencial con la medición

inicial y la conductividad eléctrica disminuyó en un 62% concluyendo que el vermicompost con adición de restos de alimentos desalinizan suelos salinos-sódicos.

Así mismo la investigación tiene como **teorías relacionadas**: La *salinidad*, según LAMZ (2013) es la degradación de suelos a causa de la acumulación de sales (cloruros, sulfatos), estas sales solubles al vincularse con las raíces, se ven afectadas en su desarrollo eficaz y a los microorganismos existentes. Es decir que cuenta con una cantidad de sales solubles que desfavorecen la capacidad del suelo agrícola, se determina mediante la conductividad eléctrica.

De la misma manera, existen causas por las que existe un suelo salino: La causa primaria que es originada por material del suelo o sea por la naturaleza y la causa secundaria que es la participación del hombre por actividades de riego y mal drenaje, (García, 2002).

Los suelos degradados por salinidad, la compartimentación de iones en las vacuolas y la acumulación de solutos compatibles en el citoplasma y la presencia de genes para la tolerancia a la sal confieren resistencia de la sal a los halófitos. (Carty et al. 1997), afirmaron que la recuperación del suelo salino se llevó a cabo mediante el uso de vegetación halófitica, la remediación química utilizando enmiendas orgánicas o minerales y la remediación mecánica mediante la excavación y remoción del suelo afectado por la sal. Sin embargo, el costo de la lixiviación por sistemas químicos y mecánicos o por sistemas de drenaje es mayor en la India. Revegetación de una tierra afectada por la sal con halófitos es un ejemplo de fitorremediación proactiva. (Ravindrana et al, 2007).

Los suelos afectados por la sal están muy extendidos en todos los continentes y al menos 75 países en todo el mundo tienen graves problemas de salinización (Goudie, 1990). Se establecieron varios métodos para recuperar dichos suelos y se agruparon en enfoques hidráulicos, físicos, químicos y biológicos (Shahid, 2002). Los métodos biológicos incluyen estiércol orgánico, rotación de cultivos, cultivos tolerantes a la sal, así como biorreclamación vegetativa (Shahid, 2002; Qadir Y Oster, 2004). Este último también se denomina fitorremediación, bio-vegetativa o desalinización de suelos afectados por sales por las plantas (Zhao, 1991). Este método basado en plantas es de gran importancia, especialmente para varios países en desarrollo donde las soluciones químicas se están volviendo cada vez más caras (Kumar Y Abrol, 1984; AHMAD et al., 1990). La biorremediación vegetativa se

considera como una función de cuatro factores principales: presión parcial de CO₂ dentro de la zona radicular, liberación de protones radiculares en el caso de los lúmenes de fijación de N₂, Efectos físicos de la raíz en la mejora de la lixiviación de sal y disparar la acumulación de Na⁺. Estos autores piensan que la fitorremediación de los suelos afectados por la sal se basa principalmente en la lixiviación. (Qadir Y Oster, 2004). Pero, en los suelos afectados por la sal y mal drenados, especialmente en las regiones áridas y semiáridas donde la precipitación es demasiado baja para filtrar las sales de la rizosfera (Shiyab, Shibli Y Mohammad, 2003), la contribución de la acumulación de sodio en los brotes al proceso de bioreclamación es de gran importancia. En este contexto, Fomentan el uso de plantas hiperacumuladoras de Na⁺ y Cl para la desalinización del suelo. (Rabhi et al, 2009).

El efecto de la salinidad en el crecimiento de las plantas, El estrés salino afecta el crecimiento y el desarrollo de las plantas en diferentes niveles de organización de las plantas (MUNNS, 2002). Tiene un efecto triple sobre la salud de las plantas. En el nivel osmótico, la presencia de altas concentraciones de sal (NaCl) en la solución del suelo disminuye el potencial osmótico de la planta al inducir la inhibición de la absorción de ciertos nutrientes como K⁺, Ca²⁺ y NO₃⁻ y la acumulación de Na⁺ y Clto niveles potencialmente tóxicos dentro de las células (Mengel Y Kirkby, 2001; Krouma, 2009). A nivel metabólico, algunos autores han demostrado que la salinidad induce la producción de especies reactivas de oxígeno (Ashraf Y Harris, 2004), reduciendo la actividad de ciertas enzimas (Munns, 2002) y el deterioro del nitrógeno (Mansour 2000; Santos et al. al., 2002; Krouma, 2009) y el metabolismo del carbono (Balibera et al. 2003). La fotosíntesis también se reduce por el efecto de la salinidad en la mayoría de las plantas (Loreto et al., 2003; TATAR et al., 2010). Esta reducción es más pronunciada cuando las plantas están expuestas al estrés por salinidad durante su corta edad. En esta situación, las plantas disminuyen la síntesis de proteínas y aumentan su hidrólisis, lo que conduce a la reducción del contenido de proteínas de las plantas (Mengel Y Kirkby, 2001) (Khaled et al, (2014))

Los *cloruros*, ubicados en cantidad mayor de las fuentes de abastecimiento de agua, drenaje y suelo. El cloro (Cl) denominado micronutriente principal para las plantas, siendo sales que son resultado del gas cloro (ion negativo) y un metal (ion positivo), como anión cloruro (Cl⁻) en el suelo-planta, al ser anión no será retenido por arcillas por las que tienen una conducta

parecido a los nitratos. La salinidad se muestra en la afectación de reducción de productividad en los cultivos.

De la misma manera para la investigación, en relación a las características del suelo, los siguientes **enfoques conceptuales**:

Textura, es a la muestra relativamente del contenido de las partículas en el suelo de tamaño diferente conforme a la arena, la arcilla y limo, es decir contempla con la facilidad de cómo es posible trabajar con el suelo, el aire que retiene, agua y aire que puede atravesar y retener, tal cual se muestra en la Tabla 1, (Mccauley Y Jones, 2005).

Tabla 1. Las partículas de suelo en su composición granulométrica.

Partícula de suelo	Diámetro (mm)
Arcilla	<0.002
Limo	0.002-0.05
Arena	0.05-2.0

Composición:

- Arcilla, partículas menores a 0.002 mm, retienen gran cantidad de agua humedeciéndose se caracterizan por ser pegajosas y plásticas mientras que cuando están secas, se endurecen
- Lima, son partículas de tamaño mediano entre 0.002 y 0.05 mm, tienen alta capacidad de retener agua, cuando se humedece tiende caracterizarse por su pegajosidad y plasticidad siendo moldeables, empero cuando se seca, fácilmente se deshace.
- Arena, partículas de tamaño grande e irregular entre 0.05 y 2.0 mm, presentan poros de alta permeabilidad para el aire y agua. Además, cuando se humedece posee una textura moldeable y áspera; sin embargo, se seca muy rápido.

Además, la determinación de la textura se realiza por la ubicación de porcentaje de arcilla, limo y arena en el triángulo de clases texturales de la USDA (Figura 1.).

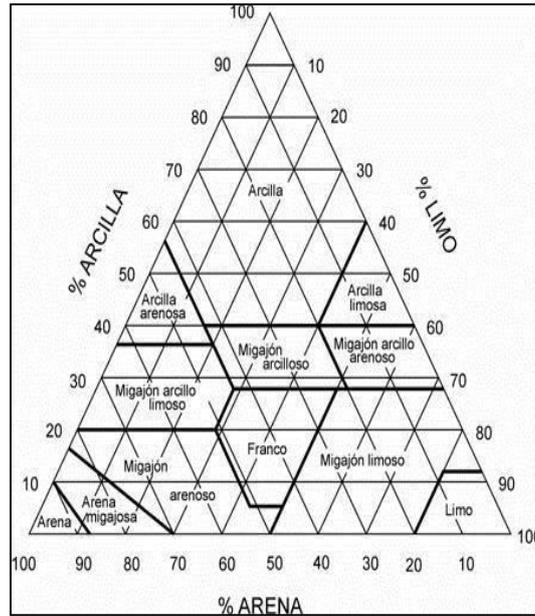


Figura 1. Triángulo de Clases Texturales

Conductividad hidráulica, es una propiedad representada con facilidad que el medio pasa el agua a través de el por al área transversal, es decir es una propiedad que está sujeto a la permeabilidad intrínseca de los medios porosos, también interviene la porosidad del medio y del grado de saturación que se obtenga. En los suelos establece un parámetro esencial ya que se detalla la movilidad del agua (Guevara, 2010).

Porcentaje gravimétrico de humedad, es el único método directo de medición de la humedad del suelo. Dicho método consiste en tomar una muestra de suelo, pesarla antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad (Radulovich, 2004).

Capacidad de campo, es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo luego de saturación o de haber sido mojado abundantemente y después dejado drenar libremente (FAO, 2013).

Propiedades fisicoquímicas del suelo:

- Concentración del ion hidrogeno (pH), es un término que señala la concentración de iones hidrogeno tratándose de la acidez en medida es decir en el caso del suelo halla

el grado de adsorción de iones (H) por sus partículas, viéndose si es ácido o alcalino, el valor inmejorable de pH para cultivos agrícolas debe ser en 6.5.

- Conductividad eléctrica del suelo (CE), es una medida que estima la concentración de sales. Los iones concentrados en solución, conducen la electricidad. Se presentan las mediciones en decisiemens por metro (dS/m).
- Potencial Rédox del suelo (eH), el potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que el pH mide la actividad de protones y el potencial redox mide la de los electrones.

Temperatura, es una magnitud escalar a nociones comunes de calor o frío por lo tanto condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo. La temperatura también influye en la absorción de los nutrientes, cumpliendo un papel importante porque influye en los procesos bióticos y químicos.

Biocompost, son desechos alimenticios se está convirtiendo en un problema grave en todo el mundo debido a su generación en cantidades significativas. Durante 2013, se vertieron cada día aproximadamente 3648 toneladas de desechos de alimentos, lo que representa el 38.2% de los residuos sólidos municipales en Hong Kong (Hkepd, 2015). Esto no solo crea una carga severa para los rellenos sanitarios, sino que también crea problemas ambientales como lixiviados y olores. Emisiones y emisión de gases de efecto invernadero. El compostaje proporciona una alternativa eficaz para el manejo de los desechos de alimentos al estabilizar las materias orgánicas en los desechos de alimentos y convertirlos en un acondicionador de suelo o fertilizante. El desperdicio de alimentos es un sustrato adecuado para el compostaje porque es rico en materia orgánica con poca preocupación por los metales pesados y patógenos. Sin embargo, las características específicas de los desechos alimentarios, como la alta humedad (Shen et al., 2015; Zhou et al., 2014), la acidez (Wanget et al., 2013; Wong et al., 2009; Yu Y Huang, 2009), El alto contenido de aceite (Meng et al., 2015) y la alta salinidad (Wang et al., 2013; Yang et al., 2015) pueden retardar el proceso de descomposición. De estos problemas, la acidez y la emisión de olores han recibido mucha atención (Sundberg et al., 2004; Wang et al., 2013; Wong et al., 2009). Durante el compostaje de desechos de alimentos, la rápida degradación de grandes cantidades de materia orgánica fácilmente disponible acidifica intensamente el compostaje

Masa, que eventualmente inhibe los microbios y el proceso microbiano de compostaje. La adición de materiales alcalinos como la cal puede aliviar el bajo pH y ayudar a lograr una degradación orgánica eficiente, pero al mismo tiempo causa la pérdida de N en forma de amoníaco (Wong et al., 2009). En un proceso de compostaje, la pérdida de nitrógeno como amoníaco podría representar hasta el 65% de la pérdida total inicial de N del sistema, lo que reduce su competitividad en el mercado. Por eso es imprescindible controlar tanto la acidez como el amoniaco.

Biosurfactantes, son compuestos amifílicos producido sobre superficies vivientes, tales como superficies celulares que poseen regiones hidrofóbicas e hidrofílicas, lo cual le da la capacidad de almacenarse entre fases de distintos fluidos y otras características como baja toxicidad, buena biodegradabilidad, efectividad contra el pH y la salinidad. Los biosurfactantes que se tienen disponible son muy variados y que son sintetizadas por microorganismos como Rammolipidos, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter cacoeticus* y *Candida bombicola*.

En relación a las *Plantas halófitas*, debemos tener en cuenta que, la alta producción de biomasa y las especies halófitas podrían ser una solución biológica para la rehabilitación de tierras salinas-sódicas o afectadas por la sal. Los halófitos tienen potencialmente la capacidad de extraer cantidades significativas de sal de los suelos. Tal hallazgo, así como atributos adicionales, pueden haber llevado a investigadores anteriores a sugerir el cultivo de halófitos con plantas de cultivo y el crecimiento de halófitos en suelos afectados por sal. (Kakaras et al, 2016).

Acelga (Beta vulgaris var. cicla): La clasificación taxonómica, mostrada en la Tabla 2.

Tabla 2: *Taxonomía de la Acelga (Beta vulgaris var. cicla)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida(dicotiledóneas)
Orden	Caryophylliales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	Beta
Especie	<i>Beta vulgaris var. cicla</i>

La acelga tuvo sus primeros orígenes en la región del Mediterráneo y las islas Canarias (Vavilov, 1992). Para Marbuenda Y García (2012), el posible consumo fue en Mesopotamia en el siglo IX a. C., adoptándose a un clima templado siendo sensible a climas helados, pero aun así está disponible todo el año, la temperatura para su crecimiento son entre 15° y 25 °C máximo de 27° a 33°C.

Siendo la acelga de la familia Chenopodiaceae, teniendo un sistema radicular profundo y fibrosa el diámetro de su raíz llega hasta 90 cm de profundidad de color blanco amarillento.

Así también hojas grandes en forma oval acorazonada o lisas, son la parte comestibles, con penca ancha y larga, su color variará según su variedad verde claro y oscura.

Según el Grupo cooperativo Cajamar (2014), existen tipos de acelga:

Amarilla de Lyon: tiene grandes hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Su penca es de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 cm. Tiene una producción abundante resistente, muy apreciada por su calidad y gusto.

Verde de penca blanca raza bressanne: posee hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Sus pencas son muy blancas y muy anchas (hasta 15 cm.). La planta es muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. También es una variedad muy apreciada.

Con respecto a la formulación del problema, la investigación tuvo como **problema general**: ¿Cuál es la eficiencia los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay -2019? Siendo sus **problemas específicos**: ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola, Chancay- 2019? , ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019?, ¿Cuáles son las características del crecimiento y calidad de la acelga (*Beta vulgaris var Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas Chancay-2019?,¿Cuál es la dosis y tiempo óptimo de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico para la desalinización de los suelos agrícolas, Chancay-2019?

La **justificación** de la investigación muestra que las sales acumuladas son dañinas para el suelo, dado que minimiza los nutrientes en él, a medida que la planta tiene dificultad con su desarrollo vegetal estas no podrían absorberlas, pero si se muestra un alto nivel de salinidad, se incrementa la marchitez de las plantas, así pues, se ve afectada la calidad del suelo ya que se perjudica excesivamente la estructura del suelo de igual modo el metabolismo de los organismos vivos.

El mejoramiento cuantioso de los parámetros fisicoquímicos que son consistentes de la disminución de la salinidad, por lo tanto, se consolida la eficiencia del tratamiento con biosurfactantes en asociación a la acelga, es menos la inversión económica de tratamiento para así tener una buena calidad de suelos agrícolas.

La investigación tuvo como **objetivo general**: Determinar la eficiencia los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga para desalinizar suelos agrícolas, Chancay -2019. Y como **objetivos específicos**: Determinar las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola, Chancay- 2019. Determinar las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019. Determinar las características del crecimiento y calidad de la acelga para desalinizar suelos agrícolas Chancay-2019. Determinar la dosis y tiempo óptimo de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019.

En relación a la **hipótesis general** se definió la siguiente: Son eficientes los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay -2019. Y a su vez sus **hipótesis específicas** fueron: Las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola serán indicadores de mejoramiento, Chanchay-2019. Las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes del biocompost serán indicadores para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019. Las características del crecimiento y calidad de la acelga serán indicadores para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019. La dosis y tiempo óptimo de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) desaliniza suelos agrícolas, Chancay-2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es **Experimental**, porque la variable independiente siendo la desalinización del suelo agrícola, va ser manejada, existirá uno o más grupos de control y de subtipo de pre-post prueba por lo tanto se tomarán los datos antes y después de aplicar los biosurfactantes y así mismo con la acelga.

Según HERNÁNDEZ (2014), pone en mención se va a manipular de forma intencional las variables independientes, es decir los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula.

Por el cual llevara los siguientes pasos:

1. Previa medición de la variable 1.
2. Aplicación experimental X a los sujetos Y o utilización de la variable 2.
3. La variable dependiente será medida (luego de la prueba).

$$Q_1 - X - Q_2$$

Q_1 = Previa medición.

Q_2 = Tratamiento de desalinización.

X = Medición después de tratamiento

2.2. Operacionalización de variables

- **Variable Independiente:** Suelo agrícola de Chancay
- **Variable Dependiente:** Biosurfactantes del Biocompost como abono orgánico asociado a la acelga para desalinizar.

En la tabla 03, se muestra la matriz de operacionalización e variables que se contemplará en la presente propuesta de investigación.

Tabla 3: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES							
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION		
DEPENDIENTE	Biosurfactantes del Biocompost como abono orgánico asociado a la acelga para desalinizar.	Es un producto equilibrado de materia orgánica, minerales, elementos y microorganismos como las bacterias hongos y levaduras es decir es descomposición biológica de materia orgánica muerta, los biosurfactantes se generaran de ahí ROZZO (2016).	Se preparó el suelo con el biosurfactantes En 3 tratamientos, se analizó la sal que absorben cuando lleguen a su nivel máximo de absorción. Se sembró en un almacigo la acelga (planta halófito) y se trasplantaron a las macetas con diferentes tratamientos, para que así puedan absorber las sales presentes en el suelo, posterior a ello se realizó la evaluación foliar de cada tratamiento y determinando el más eficaz en desalinizar.	Dosis y tiempo del biosurfactante.	5 x tres tiempos 10 x tres tiempos 15 x tres tiempos	% /días	
				Propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes	Microbiología		UFC
					Densidad		Masa/Volumen
					Peso	g	
					Volumen	cm ³	
					Temperatura	C°	
					Conductividad Eléctrica	dS/m	
				Características del crecimiento y calidad de la acelga.	pH	Acido/Base	
					Tamaño de raíz	cm	
					Tamaño de tallos		
					Numero de hojas	-	
					Peso	g	
Capacidad de absorción de sales	%						
INDEPENDIENTE	Suelo agrícola de Chancay	La calidad del suelo se considera como una medida de capacidad para funcionar adecuadamente en relación con un uso específico. Sin embargo le adjudicaron a este concepto un vínculo más ecológico, al definirlo como su capacidad para aceptar, almacenar y reciclar agua, minerales y energía para producción de cultivos, y a la vez preservar un ambiente sano (GARCIA, RAMIREZ Y SANCHEZ, 2012).	Con los muestreos de suelo analizado el nivel de salinidad, las propiedades fisicoquímicas antes y después de la desalinización con el fin de mejorar su calidad.	Propiedades fisicoquímicas del suelo salino agrícola.	Conductividad eléctrica	dS/m	
					pH	Acido/Base	
					Textura	mm	
					Conductividad Hidráulica	Ks	
					Temperatura	C°	
				Grado de salinidad del suelo agrícola	Nivel de salinidad	%	
					Porcentaje de reducción de salinidad		

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

La Tabla 4, mostró, la población representada por los suelos agrícolas salinos del distrito de Chancay siendo un área de 3377.6 m², provincia de Huaral, departamento de Lima donde se extraerá las muestras de suelo en el Figura 2.

Tabla 4: *Georreferenciación poblacional*

ÁREA (m ²)	COORDENADA UTM	WGS 84
3377.6	X: 180253146	Y: 8716605

2.3.2. Muestra

La Tabla 5, mostró la parte representativa de la población de suelo agrícola salino del distrito de Chancay, la cual fue una parcela que tiene un área 1253.1 m², donde se tomó como muestra 90 Kg de suelo, cantidad que fue repartida de manera proporcional, así como cuarteadas por el método de la guía de muestreos de suelos Decreto Supremo 011-2017 MINAM la cual facilitó el estudio del comportamiento, las propiedades y sus características físicas y químicas

Tabla 5: *Georreferenciación de la muestra*

ÁREA (m ²)	COORDENADA UTM	WGS 84
1253.1	X: 180253137	Y: 8716607



Figura 2. Delimitación del área de muestra

Unidad de análisis:

Suelos salinos agrícolas de Chancay

Muestreo:

La Figura 2 mostrará el tipo de muestreo fue aleatorio simple referente a la “Guía para muestreo de suelo” del Decreto Supremo 011-2017 MINAM

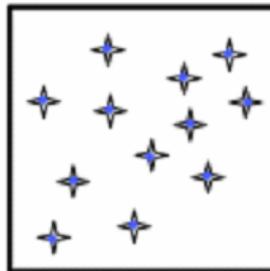


Figura 3. Muestreo Aleatorio Simple

De la misma manera se hizo uso del método de rejillas regulares, para la cual se utilizó la siguiente formula:

$$N = 1.75X + 2 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

N: Número de puntos para muestreo

X: Puntos de Muestreo

Además, se siguió la metodología de acuerdo a la Resolución Ministerial 085-2014-MINAM, en el cual se aplicó la técnica de cuadrícula, de los que obtuvimos 30 puntos de muestreo con dimensiones de 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. A su vez se realizó un muestreo de fondo “calicata”, cuyas dimensiones fueron 1m x 1.2 x 1m.

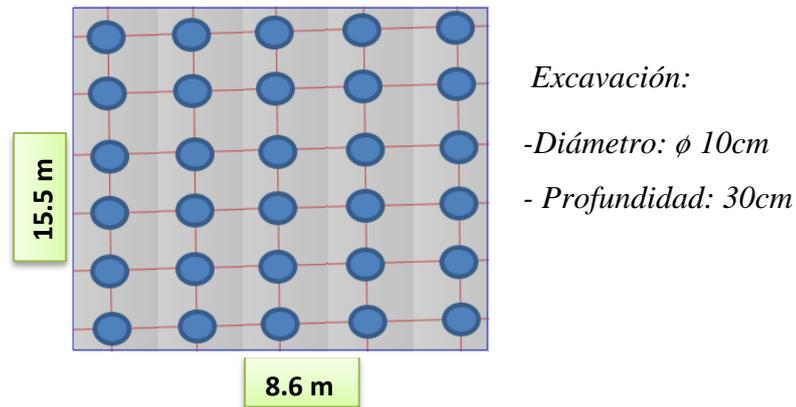


Figura 4. Muestro de puntos.

Así se tomaron 30 puntos muestrales (Ver Figura 4), de 3 Kg cada una total 90kg, la cuales fueron almacenadas y rotuladas en bolsas especiales para residuos sólidos peligrosos para su posterior análisis en laboratorio.

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

2.4.1. Técnicas

La técnica que se empleó fue la observación, la cual permitió manipular las variables de tal manera que se hizo uso de las fichas de registro de datos que sirvieron de apoyo a la hora de recolectar la información en las diferentes etapas del tratamiento.

2.4.2. Materiales, equipos y reactivos utilizados en el experimento

Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes materiales de acuerdo a la Resolución Ministerial 085-2014- MINAM.

En la Tabla 6 y Figura 5, se muestran los materiales, equipos y reactivos utilizados en la investigación.

Los instrumentos que se emplearon en el desarrollo de la presente investigación fueron validados por cuatro ingenieros expertos, las cuales son:

1. Formato de ficha de campo, propiedades fisicoquímicas del suelo.
2. Formato de propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes.
3. Formato de crecimiento y evaluación de la acelga.

2.4.4. Validez

La presente investigación fue validada por tres expertos brindando opiniones certeras para cada instrumento, observables en los anexos.

Así mismo los análisis pre y post de la experimentación fueron llevados a cabo en el laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

2.4.5. Validación de Expertos

En la Tabla 7, se mostrará la validación de los instrumentos por tres expertos

Tabla 7: Validación de expertos

C.I.P	EXPERTO	% DE VALIDACION	PROMEDIO DE VALIDEZ
37913	Mg. Alfaro Rodriguez Carlos	80%	87,5%
95556	Mg. Lizaraburu Aguinaga Danny	92,5%	
25450	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio	90%	

2.4.6. Confiabilidad

Los instrumentos para la recolección de datos, no necesitan un cálculo de confiabilidad, debido a que través de un juicio de expertos ya mostrado anteriormente dan su validez, por lo tanto la confiabilidad de esta investigación está representada y objetada en los datos recolectados en las fichas de evaluación mostrados en los anexos.

2.5. Procedimiento

Las etapas de la investigación se detallan a continuación, de tal forma de dar cumplimiento al objetivo principal, son las siguientes:

A) Etapa 1: Diagnóstico inicial del problema, recolección de muestras y análisis en laboratorio.

La primera etapa de desarrollo de la investigación comenzó con el muestreo, realizado el día 13 de septiembre del 2019 a las 08:30 horas y se delimito la zona de estudio (Ver figura 6), en la zona agrícola de Chancay. En primer lugar, se analizaron las condiciones de la zona y posteriormente los análisis *in situ* del suelo, mostrados en la Tabla 8 y Figura 8.



Figura 6. Delimitación de la zona de estudio y medición de los puntos GPS.

Tabla 8. *Mediciones Iniciales in situ.*

Código de la muestra	Suelo a.
Fecha	13/09/19
Hora	9:30 am
Temperatura	26.1 °C
Humedad Relativa	45%
Presión	1012 hPa

Para determinar las propiedades fisicoquímicas iniciales del suelo, se procedió a tomar una muestra representativa al azar del mismo, para luego seleccionar 50 g de la misma y se la mezcló con 100 ml de agua destilada (Ver Figura 8).



Figura 7. Recolección de la muestra



Figura 8. Mezcla con agua destilada

Para luego someterlos a agitación manual por un periodo de tiempo de 10 minutos, y finalmente se procedió a medir los parámetros, *in situ* dando como resultados son los siguientes valores que serán mostrados en la Tabla 9.

Tabla 9. *Condiciones iniciales del suelo de manera in situ (Horizonte A)*

Temperatura (°C)	pH	C.E ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Potencial redox (mv)
20.1	7.59	3790	184

A.1) Recolección de muestras y análisis en laboratorio

Posteriormente según lo establecido, realizó un muestreo de nivel de fondo del suelo en cual las dimensiones fueron de 1 metro por 1 metro con una profundidad de 1 metro mostrado en la Figura 9.



Figura 9. Inicio de la calicata



Figura 10. Medición de calicata



Figura 11. Calicata terminada

Luego de realizar la calicata, se procedió a calcular la medida relativa de los parámetros fisicoquímicos *in situ* de la misma manera que el procedimiento anterior, dando como resultado la Tabla 9.



Figura 12. Medición de la temperatura

Tabla 10. *Condiciones iniciales de la calicata de manera in situ (Horizonte B).*

Temperatura (°C)	pH	C.E ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Potencial redox (mv)
19.6	8.23	3750	205

Luego, estas muestras fueron transportadas al laboratorio mediante la cadena de custodia establecida para esta investigación (Ver Anexos), a razón de realizar una homogenización de las mismas mediante un cuarteo, en la cual se seleccionó finalmente un 1Kg de muestra representativa.

Cálculo de las propiedades químicas:

Para el cálculo de las condiciones iniciales químicas del suelo salino, se vertió 150g de la muestra ya establecida en un frasco rotulado donde se le adiciono 300 ml de agua destilada, para posteriormente ser sometido al método rotacional a 30 rpm durante 30 minutos, luego se la sometió a un proceso de decantación y filtración para finalmente medir los parámetros requeridos con el uso de un equipo Multiparámetro calibrado.

Cálculo de las propiedades físicas:

Para el cálculo las propiedades físicas iniciales del suelo salino se desarrollaron los siguientes métodos:

- **Humedad Gravimétrica:**

Se determina por el método termo gravimétrico perteneciente a la norma ASTM D-3172, en la cual se vertió una cantidad al azar representativa de 642gr en una tara sometida a la estufa por 1 hora a 105°C.

A la vez, para el cálculo correspondiente se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%Humedad = \frac{(Peso\ Tara+Muestra)-(Peso\ Tara+Muestra\ a\ 105C^{\circ}x60t)}{(Peso\ Tara+Muestra)-(Peso\ Tara)} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

- **Conductividad Hidráulica:**

El cálculo de esta propiedad dependió del tiempo de filtración en relación a la altura del suelo. Mediante la fórmula siguiente:

$$K = \frac{H * Ln(\frac{A}{B})}{Tiempo\ (segundos)} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

K: Conductividad hidráulica

H: Altura inicial del suelo

A y B: Alturas representativas

- **Densidad aparente:**

Se obtuvo su cálculo mediante el método del cilindro biselado, proceso que consistió en la toma de una cantidad aleatoria de muestra de suelo que fue secado a estufa por 1 hora a 105°C, a razón de evaporizar todo rastro de agua.

Para su cálculo se utilizó las siguientes formulas:

$$Densidad\ aparente = \frac{Peso\ de\ muestra\ seca\ 105^{\circ}C * 60'}{Volumen\ del\ cilindro} \dots\dots\dots(4)$$

Y posteriormente se calculó el volumen del cilindro biselado de la siguiente manera:

$$Volumen\ cilindro = \pi * r^2 * H \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

H: Altura del cilindro

r: Radio del cilindro

$$Volumen\ cilindro = \pi * (2.6)^2 * 13.8$$

$$Volumen\ cilindro = 293\ cm^3$$

- **Densidad real:**

Se realizó su cálculo mediante el método del picnómetro de la siguiente manera:

$$Densidad\ real = \frac{Dw (Wp+s-Wp)}{(Wp+s-Wp)-(Wp+s+a-Wa)} \dots\dots\dots(6)$$

Siendo:

Dw: Densidad del agua a temperatura observada

Wp+s: Peso del picnómetro + suelo

Wp: Peso del picnómetro seco y limpio

W_{p+s+a} : Peso del picnómetro + suelo + agua

W_a : Peso del agua

- **Porosidad total del suelo:**

Para el cálculo del porcentaje de porosidad total del suelo se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$\% \text{Porosidad Total} = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) * 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

D_a : Densidad aparente

D_r : Densidad real

- **Contenido volumétrico de agua:**

Se calculó este parámetro mediante el desarrollo de la siguiente ecuación:

$$\theta = \%HG * D_a \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

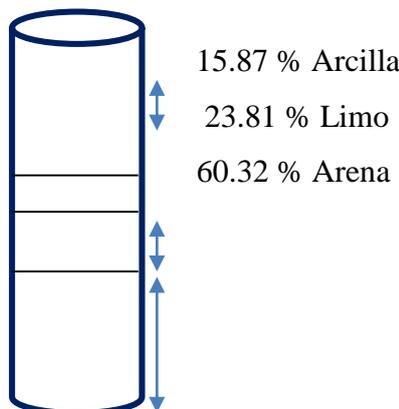
θ : Contenido volumétrico de agua

HG : Humedad gravimétrica del suelo

D_a : Densidad Aparente

- **Textura del suelo:**

Seguido se realizó el análisis de la textura del suelo, mediante la sedimentación gravitacional de la ley de Stoke, en la que se colocó 150g de la muestra representativa ya establecida anteriormente, en una probeta de 1L, la cual fue llenada en su totalidad con agua destilada y se la agitó de forma manual durante 5 minutos. Luego de ello se la dejó decantar por 24 horas, y se pudo observar la composición estructural del suelo.



1.2% Materia orgánica

- **Textura por Stoke**

Los resultados observados fueron indispensables para la determinación de la textura del suelo salino mediante el triángulo textural de la *USDA*.

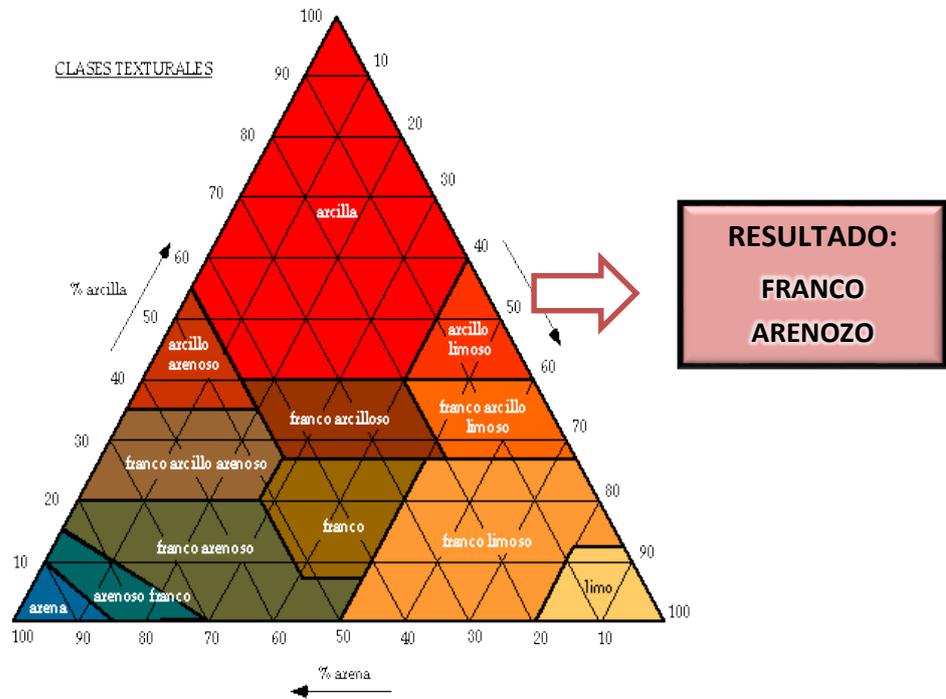


Figura 13. Triángulo textural de la USDA

- **Identificación Foliar**

Otra de las observaciones que se realizó en el área de muestra (Ver figura 14), fue el estudio de las condiciones Foliar de forma *in situ*, debido a que es un factor importante que muestra cómo afecta la salinidad en las plantas (Ver Tabla 11).



Figura 14. Identificación foliar in situ

Tabla 11. Identificación foliar IN situ

Observación radicular	Observación foliar
Se observó que una de las características fundamentales del efecto salino en los suelos, fueron el pequeño desarrollo de las raíces.	En la parte foliar se observó que fueron afectadas en el color de hojas, pues presentaban un color amarillento y rosáceo.

- **Parámetros físico-químicos del agua de riego**

Durante el desarrollo de la presente investigación, fue necesario tomar una muestra del agua de riego (Ver Figura 15) para poder identificar su relación con la salinidad del suelo, por lo que se tuvieron que medir los siguientes parámetros mostrados en la Tabla 12:



Figura 15. Recolección de agua de riego

Tabla 12: Resultados de los Parámetros de agua de riego

Temperatura (°C)	pH	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mv)
20.3	8.41	1980	254

- **Cloruros en el agua de Riego**

La Tabla 13 mostrará el resultado de los cloruros en el agua de riego mediante el método de Morh, en el cual se utilizó la siguiente formula:

$$meqCl/L = \frac{N_{AgNO_3} * V_{AgNO_3} * 1000}{V_{muestra} (ml)} \dots\dots\dots (8)$$

Tabla 13: Cloruros en el agua de riego in situ

Vol. muestra (ml)	Vol. gastado del AgNO ₃	Normalidad deL AgNO ₃	Cloruros mg Cl ⁻ /L
10	3.3	0.0114	133.551

- **Alcalinidad en el Agua de riego**

La Tabla 14 mostrará el resultado obtenido de la alcalinidad en el agua de riego mediante el método de la fenolftaleína, en el cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$mgCaCO_3/L = \frac{Vol. Gastado de H_2SO_4 * N_{H_2SO_4} * meq CaCO_3}{V muestra (ml)} \dots\dots\dots (9)$$

Tabla 14: *Alcalinidad en el Agua de riego in situ*

Vol. muestra (ml)	Vol. gastado del H ₂ SO ₄	Normalidad de H ₂ SO ₄	Alcalinidad mg CaCO ₃ /L
25	4.8	0.0198	190.08

- **Dureza total del agua de riego**

La Tabla 15 mostrará el resultado obtenido respecto a la dureza total del agua de riego, en el cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$Dureza total mg CaCO_3/l = \frac{Vol. Gastado de EDTA * N_{EDTA} * 1000}{V muestra (ml)} \dots\dots\dots (10)$$

Tabla 15: *Dureza total del agua de riego in situ*

Vol. muestra (ml)	Vol. gastado del EDTA	Normalidad edta	Dureza total mg CaCO ₃ /l
25	11.2	0.0100	448

- **Dureza cálcica del agua de riego**

La Tabla 16 mostrará el resultado obtenido respecto a la dureza cálcica del agua de riego, para el cual se utilizó la siguiente formula:

$$Dureza\ cálcica\ mg\ CaCO_3/l = \frac{Vol.Gastado\ de\ EDTA * N_{EDTA} * 1000}{V\ muestra\ (ml)} \dots\dots\dots(11)$$

Tabla 16: Dureza cálcica del agua de riego in situ

Vol. muestra (ml)	Vol. gastado del EDTA	Normalidad edta	Dureza total mg CaCO ₃ /l
25	8.5	0.0100	340

B) Etapa 2: Preparación del biosurfactantes y siembra de la acelga

B.1 Preparación de biorreactor y biosurfactantes.

Se elaboró la pila (biorreactor) con un caño y una salida de gas, simulando al tipo de biorreactor de columna lineal estéril diseñado por el grupo ORSTOM que hoy en día es IRD de Francia, una vez elaborados los biorreactores con tubos de PVC (ver Figura 18), se tomó residuos orgánicos como frutas y verduras(Ver Tabla 17) existentes en el mercado Chachi Divos-San Martin de Porres, los cuales fueron clasificados por segregación en peso de cada una de ellas y para obtener la densidad existente del residuo, estas se vierten en pesos iguales a cada biorreactor (Ver Figura 19 y Figura 20), para una degradación rápida se añade agua destilada y excremento de cuy, teniendo como guía el manual del compostaje del agricultor de la FAO (2013). En un periodo de 15 días se obtuvo los líquidos biosurfactantes (Ver Figura 21) y estos serán empleados en dosis y en diferentes tiempos.



Figura 16. Materiales a utilizar para la elaboración de la pila (biorreactor)



Figura 17. Elaboración de la pila (biorreactor)



Figura 18. Pila (biorreactor) terminada



Tabla 17: *Caracterización de residuos orgánicos.*

Nº	Nombre	Peso/Pila(gr)
1	Lechuga	626.00
2	Apio	553.00
3	Habas verdes	266.00
4	Pepino	543.00
5	Papa	626.00
6	Cebolla	490.00
7	Tomate	600.00
8	Sandia	826.00
9	plátano	166.00
10	Cascara de Mandarina	100.00
11	Estiércol de cuy	1000.00
12	Agua	2500.00 ml

Figura 19. Caracterización de residuos orgánicos.



Figura 20. Segregación de los residuos en peso igual para cada pila.



Figura 21. Biosurfactantes a los 15 días.

Se tomaron muestras de este (ver Figura 15) y fueron llevadas al laboratorio, las cuales fueron evaluados en sus parámetros fisicoquímicos, como también nitrógeno la relación carbono nitrógeno y finalmente se realizó el análisis microbiológico de los biosurfactantes, por agares diferenciales donde se supo el número de colinas.

B.2 Siembra de la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*)

Se adquirieron semillas de acelga al 90% de germinación y vermi-compost lo cual fue vertido en almácigos y se procedió a sembrar, se regaron cada 2 días con roseador (Ver Figura 22).



Figura 22. Siembra de la acelga en almácigos



Figura 23. Crecimiento de la acelga

C) Etapa 4: Tratamiento de suelo con los biosurfactantes

Para poder emplear el tratamiento de desalinización, en la Figura 24 se preparó el suelo de procedencia de la zona de estudio Chancay en las macetas de 1kg con los tres tratamientos con dosis de 5%(50ml), 10%(100ml) y 15% (150ml) de biosurfactantes teniendo tres repeticiones de cada una de ellas en tres tiempos distintos a 15 días, 30 días y 45 días, total de macetas 27 en un inicio.



Figura 24. Peso del suelo a las macetas.



Figura 25. Macetas con los tres tratamientos en inicio.

Trasplante y caracterización de la acelga para la mejora de la desalinización

Luego de 15 días de crecimiento de la acelga en los almácigos (Ver figura 26), se trasplantan en las macetas en cada una de las dosis empleadas 5%, 10 % y 15%, con sus respectivas repeticiones en tres tiempos, estas fueron evaluadas.



Figura 26. Macetas con el tratamiento de biosurfactantes y acelga

En cada etapa se realizaron los análisis, radiculares y foliar para así poder determinar las características del crecimiento y calidad de la acelga (Ver figura 28), así mismo el porcentaje de remoción de cloruros existentes en el suelo agrícola con las tres dosis con sus respectivas repeticiones y en tres tiempos.

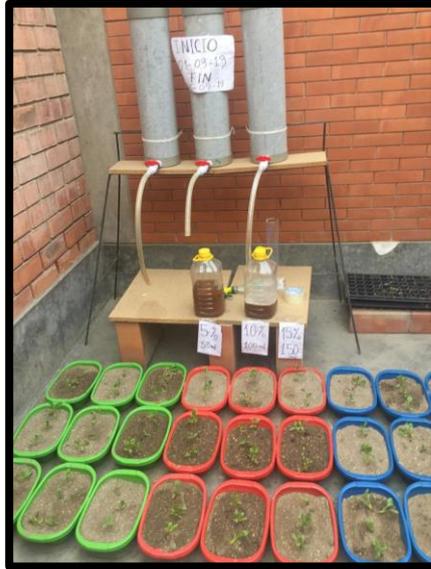


Figura 27. Macetas con el tratamiento de biosurfactantes y acelga a la fecha 19/10/19



Figura 28. Toma de características de la acelga en cada etapa.

Análisis químicos

1. Análisis Químico de salinidad radicular (espectrofotometría).
2. Análisis por el método de MORH- Volumetría.
3. Potenciometría (Multiparametro)
4. Textura del suelo.
5. Capacidad de campo.
6. Análisis gravimétrico (poros del suelo).

Tabla 18. *Etapas del desarrollo de investigación.*

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
1. Diagnóstico del problema	Información Virtual	Observación	Registro de visita de campo	Delimitación del área de estudio poblacional y de muestra.
2. Recolección de muestras	Laboratorio- Universidad nacional de Ingeniera.	Observación	Formato: Parámetros iniciales del suelo salino	Parámetros fisicoquímicos, del suelo salino.
3. Preparación del biosurfactante y acelga.	Laboratorio- Universidad nacional de Ingeniera	Observación	Formato: Condiciones del biosurfactante.	Parámetros fisicoquímicos del biosurfactante.
4. Tratamiento del suelo con biosurfactante y acelga (Inicio 15/09/19 Fin: 31/10/19)	Laboratorio- Universidad nacional de Ingeniera	Observación	Formato: Condiciones del suelo y características de crecimiento y calidad de la acelga.	Dosis y tiempo óptimo de biosurfactante para la desalinización del suelo.

2.6. Métodos de Análisis de datos

El experimento se llevó a cabo bajo el diseño completamente al azar (DCA), en éste se evaluará la eficiencia de desalinizar suelos, contará además con 3 repeticiones de cada una de las 3 dosis en tres 3 diferentes tiempos.

Elaboración de cuadros (Excel)

Para la elaboración de dichos cuadros se tomó los valores resultantes del análisis de la muestra de suelo inicialmente y cada 15 días después de la aplicación de los tratamientos durante 45 días, tomando en consideración los parámetros fisicoquímicos del suelo y la capacidad de absorción de la acelga.

Procesamiento e interpretación estadística y gráficos de SPSS

Se tomó e interpretó los datos según el factor (dosis y tiempo) y la dependiente (parámetros fisicoquímicos y la reducción de sales). Luego, se procederá al procesamiento estadístico de la información recogida, utilizando el método estadístico de la prueba de ANOVA de un factor, que permitirá saber si existe diferencia significativa de las medias. Seguidamente, se empleó el método estadístico de contraste Tukey para comparar las medias de los valores alcanzados de los parámetros fisicoquímicos y reducción de sales respecto a las dosis y tiempo empleado en cada tratamiento, permitiendo determinar la dosis y tiempo óptimo para la reducción de sales del suelo agrícola procedente de Chancay.

2.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la presente investigación con respecto a la redacción se respeta la propiedad intelectual, citando mediante el sistema ISO y cumpliendo los lineamientos de la Resolución de Consejo Universitario N°0313-2017/UCV/Reglamento de investigación de la Universidad Cesar Vallejo S.A.C/ Resolución Rectoral N°0089-2019/UCV “Guía de elaboración del trabajo de investigación y tesis para el pregrado”/Resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV “Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo” , así mismo los datos y todo el texto introducido en la investigación son verídicos ya que fueron revisados por el programa turnitin teniendo un porcentaje aceptable de 11% de similitud, de la misma forma existen registros, citas, referencias y fichas que contrastan la veracidad de la misma, por lo que ningún dato o texto podrá ser manipulado para poder desarrollar el trabajo de manera deshonesto.

III. RESULTADOS

Según los objetivos propuestos en la investigación se plantean los siguientes resultados:

3.1. Determinar las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola, Chancay- 2019.

a) Análisis de los parámetros fisicoquímicos iniciales de la muestra

En la Tabla 19, se mostrarán los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas del suelo salino agrícola de Chancay iniciales.

Tabla 19. *Parámetros iniciales del suelo*

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS INICIALES DEL SUELO		
Temperatura (°C)	20,3	
pH	7,25	
Conductividad eléctrica (µS/cm)	3880	
Potencial redox (mv)	185	
Humedad gávimétrica (%H)	4,65	
Densidad aparente (g/cm³)	1,08	
Conductividad hidráulica (cm/s)	0,00316	
Contenido volumétrico de agua	5,022	
Densidad real (g/cm³)	2,49	
% Porosidad	56,63	
Capacidad de campo	29,51	
Carbono total (%)	1,2	
Materia orgánica (%)	0,2	
Aniones en el suelo	Cloruros (Cl ⁻) mg Cl ⁻ /Kg	768,93
	Nitratos (NO ₃ ⁻) mg NO ₃ /Kg	12
	Nitritos (NO ₂ ⁻) mg/Kg	8

Los resultados iniciales del suelo agrícola con grados de salinidad, sin tratar dio como resultado un pH ligeramente ácido de 7.25, lo cual se relaciona con el resultado del potencial Redox de 185 de manera directamente proporcional. Asimismo, una conductividad eléctrica de 3880 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que quiere decir que un alto porcentaje de salinidad, con porcentaje de humedad gravimétrica de 4.65, densidad aparente 1.08 g/cm^3 , con una capacidad de retención de agua de 0.00316 cm/s , capacidad de campo 29.51 y una porosidad de 56.63 %. Como otro indicador de salinidad en el suelo tenemos el resultado de los aniones en el suelo obteniendo cloruro en altos grados 768.93 (Cl^-) $\text{mg Cl}^-/\text{Kg}$, nitratos 12 (NO_3^-) $\text{mg NO}_3/\text{Kg}$ y nitritos 8 (NO_2^-) mg/Kg . Es importante notar en los indicadores de salinidad, conductividad eléctrica y aniones en el suelo (cloruros, nitratos y nitritos) en la tabla 18 mostrará los parámetros fisicoquímicos luego de los 03 tratamientos empleados, con 3 repeticiones en 3 distintos tiempos.

Tabla 20. *Propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola de Chancay luego del*

DOSIS	TIEMPO	TEMPERATURA	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
T1– B5%	15 días	20,30	7,37	3099,00
		20,30	7,34	3087,00
		20,30	7,36	3098,00
	30 días	20,30	7,33	2892,00
		20,20	7,32	2881,00
		20,30	7,30	2891,00
	45 días	20,50	7,29	2658,00
		20,40	7,33	2660,00
		20,50	7,31	2667,00
T2 – B10%	15 días	20,30	7,31	3053,00
		20,20	7,32	3056,00
		20,20	7,34	3059,00
	30 días	20,30	7,31	2716,00
		20,20	7,33	2699,00
		20,20	7,30	2711,00
	45 días	20,40	7,29	2386,00
		20,50	7,30	2391,00
		20,40	7,31	2397,00
T3– B15%	15 días	20,20	7,29	3016,00
		20,30	7,27	3012,00
		20,30	7,29	3011,00
	30 días	20,30	7,26	2602,00
		20,30	7,27	2589,00
		20,20	7,28	2596,00
	45 días	20,50	7,26	1995,00
		20,40	7,27	1980,00
		20,50	7,25	1986,00

tratamiento.

Se muestra el resultado de las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola procedente de Chancay en la Tabla 20, tales como: temperatura, pH y conductividad; evaluadas cada 15 días, 30 por un período de 45 días, diferenciadas por la dosis aplicada.

Tabla 21. Anova de las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
°C	Entre grupos	,010	2	,005	,409	,669
	Dentro de grupos	,282	24	,012		
	Total	,292	26			
pH	Entre grupos	,015	2	,008	20,573	,000
	Dentro de grupos	,009	24	,000		
	Total	,024	26			
CE	Entre grupos	550714,889	2	275357,444	2,599	,095
	Dentro de grupos	2542519,111	24	105938,296		
	Total	3093234,000	26			

Muestra la prueba estadística ANOVA en la Tabla 21 de un factor para determinar la diferencia significativa de medias las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola respecto al tratamiento aplicado: T1-5%, T2-10% y T3-15%.

Tabla 22. HSD Tukey- Temperatura

T	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2-10%	9	20,3000
T3-15%	9	20,3333
T1-5%	9	20,3444
Sig.		,664

Se muestra la prueba de HSD Tukey-temperatura respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%) en la Tabla 22, determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en temperatura; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T1-5%) En la figura 29 alcanzó una mayor temperatura con una mayor diferencia de medias (20,3444).

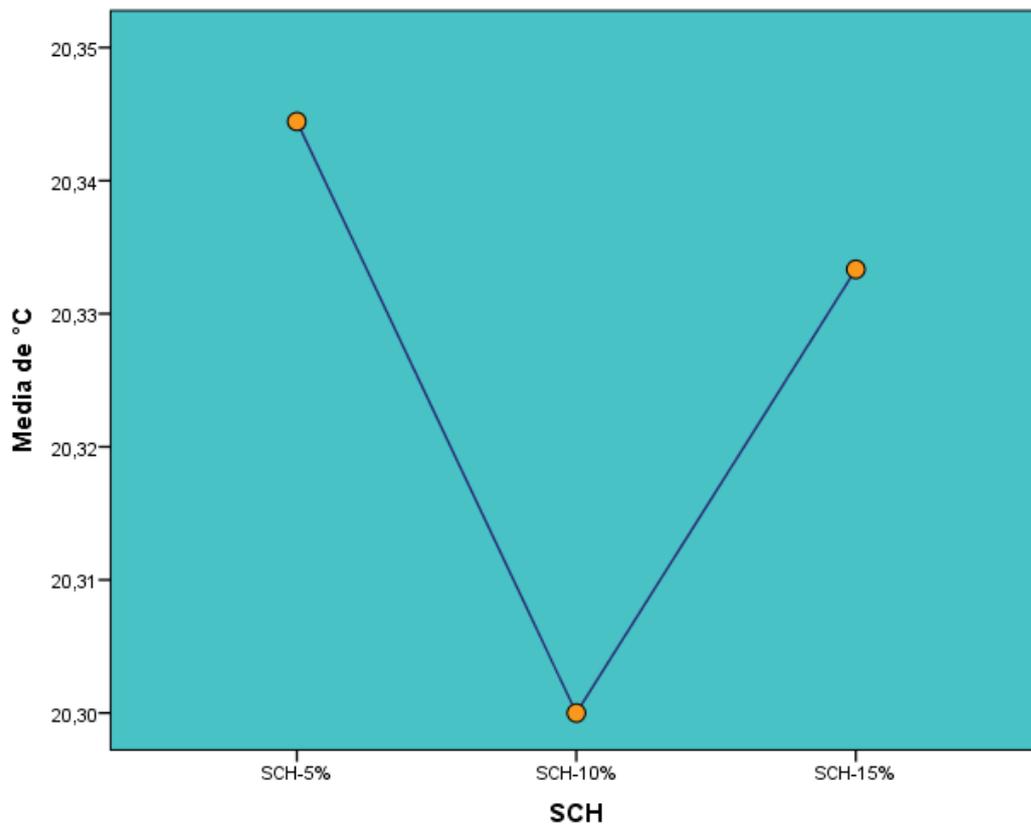


Figura 29. Gráfico de medias de temperatura.

Tabla 23. HSD Tukey de pH

T	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3-15%	9	7,2711	
T2-10%	9		7,3122
T1-5%	9		7,3278
Sig.		1,000	,224

Se muestra la prueba de HSD Tukey de pH respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%) en la Tabla 23, determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en pH; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T1-5%) en la Figura 30 alcanzó el mayor pH con una mayor diferencia de medias (7,3278).

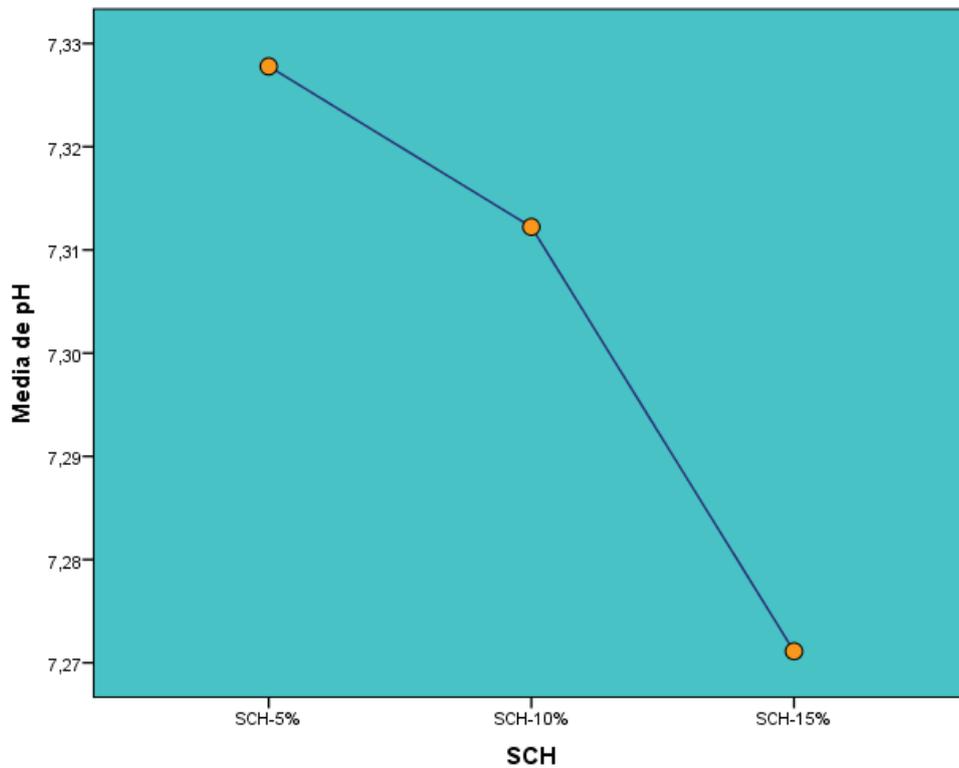


Figura 30. Gráfico de medias de pH

Tabla 24. HSD Tukey de conductividad eléctrica

T	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3-15%	9	2531,8889
T2-10%	9	2718,6667
T1-5%	9	2881,4444
Sig.		,078

Se muestra la prueba de HSD Tukey de conductividad eléctrica respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%) en la Tabla 24, determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en conductividad eléctrica; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T1-5%) en la Figura 31 alcanzó la mayor conductividad eléctrica con una diferencia de medias (2881,4444).

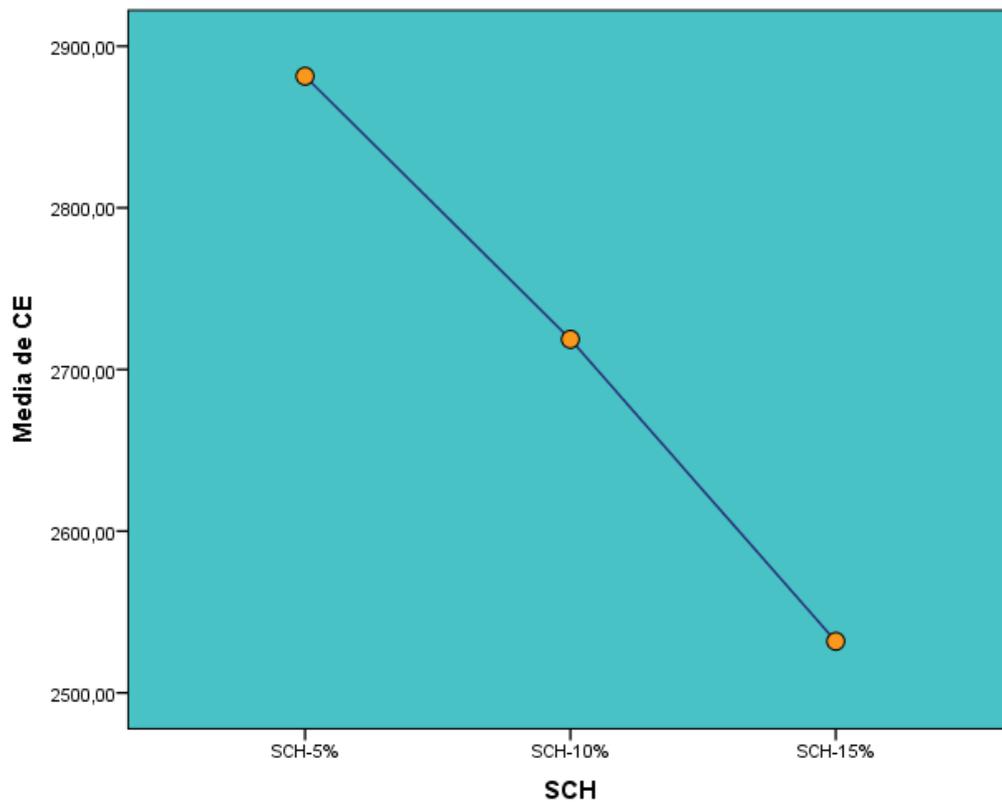


Figura 31. Gráfico de medias de conductividad eléctrica

3.2. Determinar las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019.

a) Análisis de los parámetros fisicoquímicos del biosurfactante.

Tabla 25. Parámetros y composición del biosurfactante.

PARÁMETROS Y COMPOSICIÓN DEL BIOSURFACTANTE	
Temperatura (°C)	20,1
pH	4,21
Conductividad eléctrica (µS/cm)	17580
Potencial redox (mv)	35
Nitrógeno	0,875
Nitratos	85
Carbono	1,8
Carbono/Nitrógeno	2,06

b) Análisis microbiológico del biosurfactante.

Tabla 26. Número de colonias sembradas en el suelo agrícola

TRATAMIENTO	PESO DEL SUELO (gr)	VOLUMEN DEL BIOSURFACTANTE (ml)	N° DE COLONIAS	UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS
T1 5%	1000	75	308,25	41,100
T2 10%	1000	150	616,5	41,100
T3 15%	1000	225	924,75	41,100

3.3.Determinar las características del crecimiento y calidad de la acelga para desalinizar suelos agrícolas Chancay-2019.

Tabla 27. Características de la acelga

DOSIS	TIEMPO	TAMAÑO DE TALLO (cm)	TAMAÑO DE RAÍZ (cm)	NÚMERO DE HOJAS	PESO (gr)
T1 B5%	15 días	2,5	2,0	04	10,0
		2,4	1,5	04	9,0
		2,5	2,0	05	11,0
	30 días	10,0	3,8	06	13,0
		10,5	3,0	06	12,5
		11,2	3,2	07	14
	45 días	14,0	4,0	05	19
		15,3	4,3	07	17,5
		15,8	4,5	07	19,0
T2 B10%	15 días	3,5	2,5	05	12,6
		3,8	2,0	04	13,0
		4,0	2,7	04	13,6
	30 días	12,0	3,6	05	15,5
		12,3	3,4	06	17
		12,4	3,7	06	16,2
	45 días	17,0	4,0	07	24,0
		16,5	4,3	06	23,4
		17,3	4,2	07	24,0
T3 B15%	15 días	4,5	2,6	05	14,0
		5,2	3,0	07	15,0
		5,6	3,2	06	14,7
	30 días	15,0	4,00	07	16,0
		16,8	4,3	05	16,0
		18,5	4,5	07	15,2
	45 días	22,0	6,2	07	31,0
		24,1	5,5	08	29,0
		22,6	5,7	06	31,0

Tabla 28. Resultados de capacidad de absorción de la acelga.

DOSIS	TIEMPO	CLORUROS (Cl-) mgCl-/kg
T1 – 5%	15 días	3,73
		3,74
		3,74
	30 días	6,50
		6,70
		6,40
	45 días	8,14
		8,16
		8,17
T2 – 10%	15 días	4,94
		4,94
		4,95
	30 días	7,10
		7,00
		7,30
	45 días	11,49
		11,53
		11,43
T3 – 15%	15 días	5,92
		5,91
		5,92
	30 días	9,89
		9,87
		9,82
	45 días	13,75
		13,20
		13,68

Muestra el resultado de la capacidad de absorción de la acelga en Tabla 28; evaluadas cada 15 días por un período de 45 días, diferenciadas por la dosis aplicada.

Tabla 29. Anova de un factor de capacidad de absorción de sales de la acelga

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	59,398	2	29,699	3,873	,035
Dentro de grupos	184,047	24	7,669		
Total	243,445	26			

Muestra la prueba estadística ANOVA de un factor para determinar la diferencia significativa de medias la capacidad de absorción de sales de la acelga respecto al tratamiento aplicado: T1-5%, T2-10% y T3-15%, en la Tabla 29, por lo tanto se puede indicar que al obtener un P-valor de 0,035 y éste ser menor que el α , existe una diferencia entre las medias de capacidad de absorción de sales de la acelga.

Tabla 30. HSD Tukey de cloruros en la acelga.

SCH	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1-5%	9	6,1422	
T2-10%	9	7,8533	7,8533
T3-15%	9		9,7733
Sig.		,403	,322

Se muestra la prueba de HSD Tukey de cloruros respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%) en la Tabla 30, determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la absorción de cloruros de la acelga; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (SCH-T3%) en la Figura 32 alcanzó la mayor absorción de cloruros en la acelga con una diferencia de medias (9,7733).

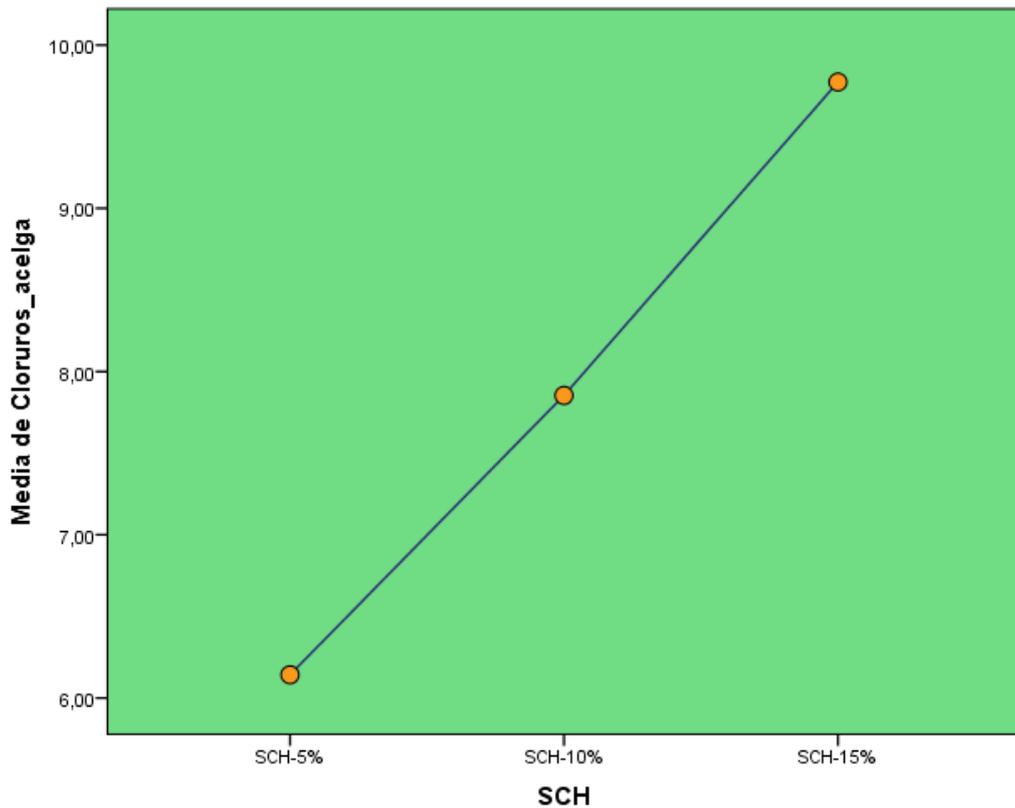


Figura 32. Gráfico de medias de absorción de sales de la acelga

3.4. Determinar la dosis y tiempo óptimo de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay-2019.

El resultado de la concentración de sales en el suelo mostrado en la Tabla 31; evaluadas cada 15 días por un período de 45 días, diferenciadas por la dosis aplicada.

Tabla 31. Resultado de sales en suelo

DOSIS	TIEMPO	CLORUROS (Cl-) mgCl-/kg	NITRATOS (NO ₃ -) mg NO ₃ /kg	NITRITOS (NO ₂ -) mg/kg
T1- B5%	15 días	653,59	82,00	37,00
		652,79	80,00	39,00
		654,11	83,00	40,00
	30 días	522,87	78,00	36,00
		525,77	77,00	35,00
		523,46	76,00	35,00
	45 días	370,87	74,00	32,00
		370,76	75,00	33,00
		370,95	74,00	32,00
T2- B10%	15 días	635,21	82,00	34,00
		636,31	80,00	36,00
		635,01	79,00	34,00
	30 días	487,73	75,00	34,00
		487,66	77,00	33,00
		487,99	76,00	33,00
	45 días	288,39	70,00	30,00
		288,40	70,00	29,00
		288,37	71,00	29,00
T3- B15%	15 días	618,90	79,00	32,00
		619,10	79,00	33,00
		618,88	76,00	33,00
	30 días	432,65	70,00	30,00
		432,13	70,00	32,00
		433,24	73,00	31,00
	45 días	180,09	65,00	29,00
		180,00	64,00	28,00
		180,03	65,00	29,00

Tabla 32. Anova de la desalinización del suelo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cloruros_suelo	Entre grupos	50467,446	2	25233,723	1,021	,375
	Dentro de grupos	593368,533	24	24723,689		
	Total	643835,978	26			
Nitratos_suelo	Entre grupos	194,296	2	97,148	4,418	,023
	Dentro de grupos	527,778	24	21,991		
	Total	722,074	26			
Nitritos_suelo	Entre grupos	100,667	2	50,333	8,389	,002
	Dentro de grupos	144,000	24	6,000		
	Total	244,667	26			

Se muestra en la Tabla 32 la prueba estadística ANOVA de un factor para determinar la diferencia significativa de medias de la desalinización del suelo agrícola respecto al tratamiento aplicado: T1-5%, T2-10% y T3-15%, por lo tanto se puede indicar que en el parámetro cloruros al obtener un P-valor de 0.375 éste ser mayor que el α (0.05), no existe una diferencia significativa entre las medias de cloruros del suelo y en los parámetros de nitratos y nitritos al obtener P-valores de 0.023 y 0.02 respectivamente, éstos por ser menores que el α (**0.05**), existe una diferencia significativa entre las medias de nitratos y nitritos respectivamente.

Tabla 33. Tukey de cloruros en el suelo

SCH	N	Subconjunto para alfa = 0.05
T3-15%	9	410,5578
T2-10%	9	470,5633
T1-5%	9	516,1300
Sig.		,345

La prueba de HSD Tukey de cloruros del suelo respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%) , determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T3-15%) en la Figura 33 alcanzó la menor concentración de cloruros en el suelo con una diferencia de medias (410,5578).

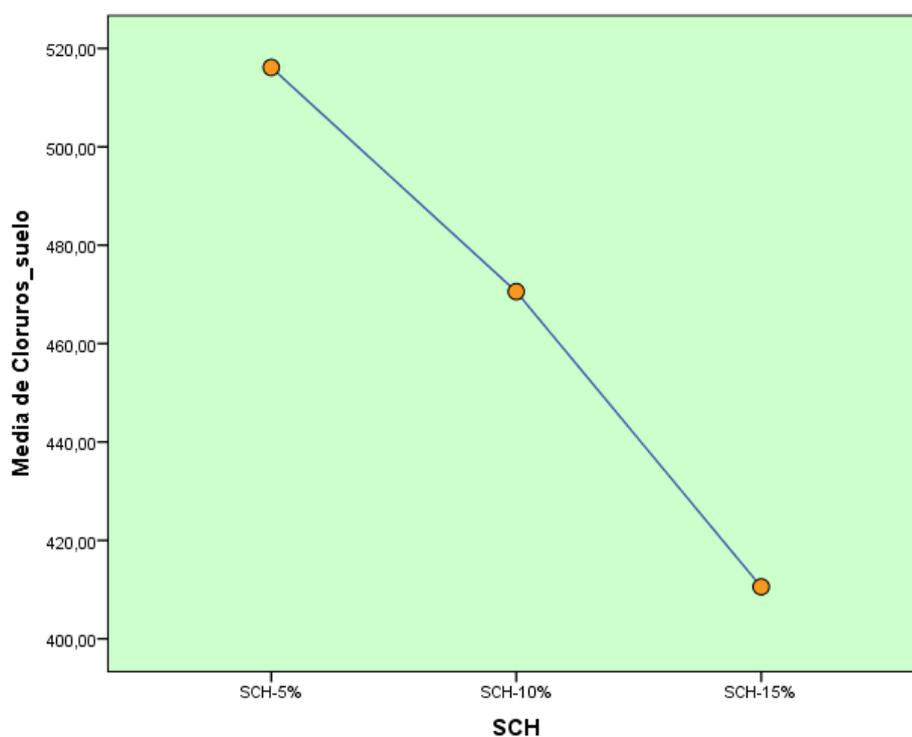


Figura 33. Gráfico de medias de cloruros en el suelo

Tabla 34. *Indicadores de salinidad iniciales y finales.*

INDICADORES DE SALINIDAD			
INICIALES		FINALES-T3%	
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S/cm}$)	3880	R1	1995,00
		R2	1980,00
		R3	1986,00
CLORUROS (Cl^-) $\text{mg Cl}^-/\text{Kg}$	768.93	R1	180,09
		R2	180,00
		R3	180,03

Se mostró en la Tabla 34, los indicadores de salinidad medidos inicialmente y las finales luego del tratamiento las cuales nos dan un porcentaje de reducción en conductividad eléctrica 48.79% y en absorción de cloruros fue de 13.54 mgCl⁻/kg.

Tabla 35. *Tukey de nitratos de suelo*

SCH	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3-15%	9	71,2222	
T2-10%	9	75,5556	75,5556
T1-5%	9		77,6667
Sig.		,144	,612

Se muestra en la Tabla 35 la prueba de HSD Tukey de nitratos del suelo respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%), determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T3-15%) alcanzó la menor concentración de nitratos en el suelo con una diferencia de medias (71,2222).

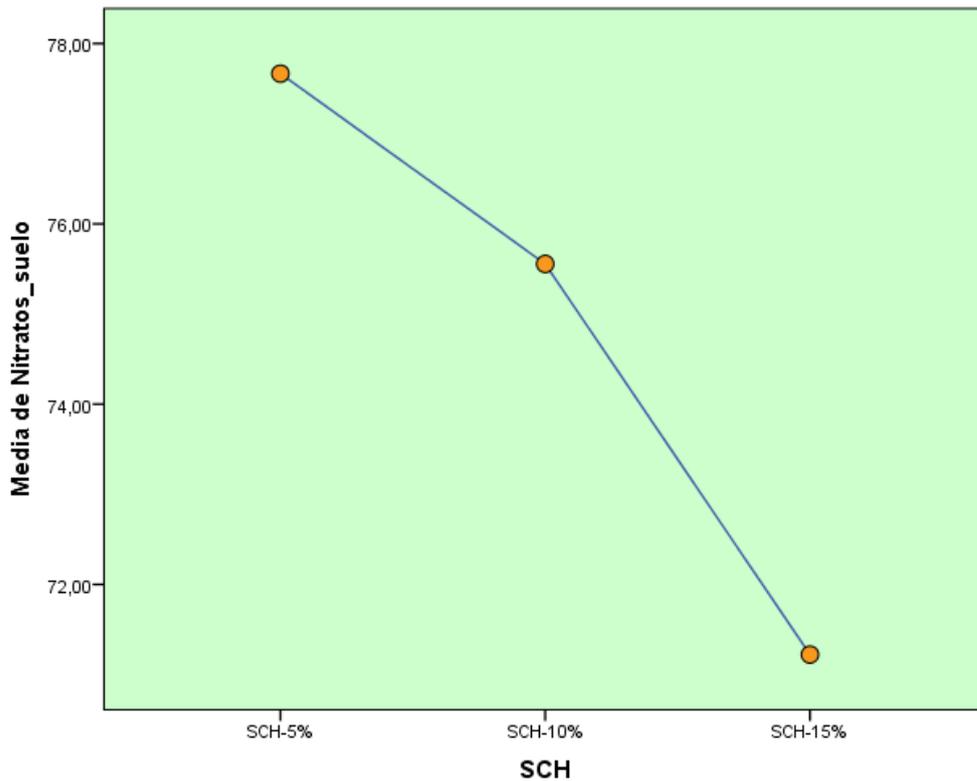


Figura 34. Gráfico de medias de nitratos en el suelo

Tabla 36. Tukey de nitritos de suelo

SCH	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3-15%	9	30,7778	
T2-10%	9	32,4444	
T1-5%	9		35,4444
Sig.		,335	1,000

Se muestra en la Tabla 36 la prueba de HSD Tukey de nitritos del suelo respecto a las dosis (T1-5%, T2-10% y T3-15%), determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tratamiento (T3-15%) en la Figura 37 alcanzó la menor concentración de nitritos en el suelo con una diferencia de medias (30,7778).

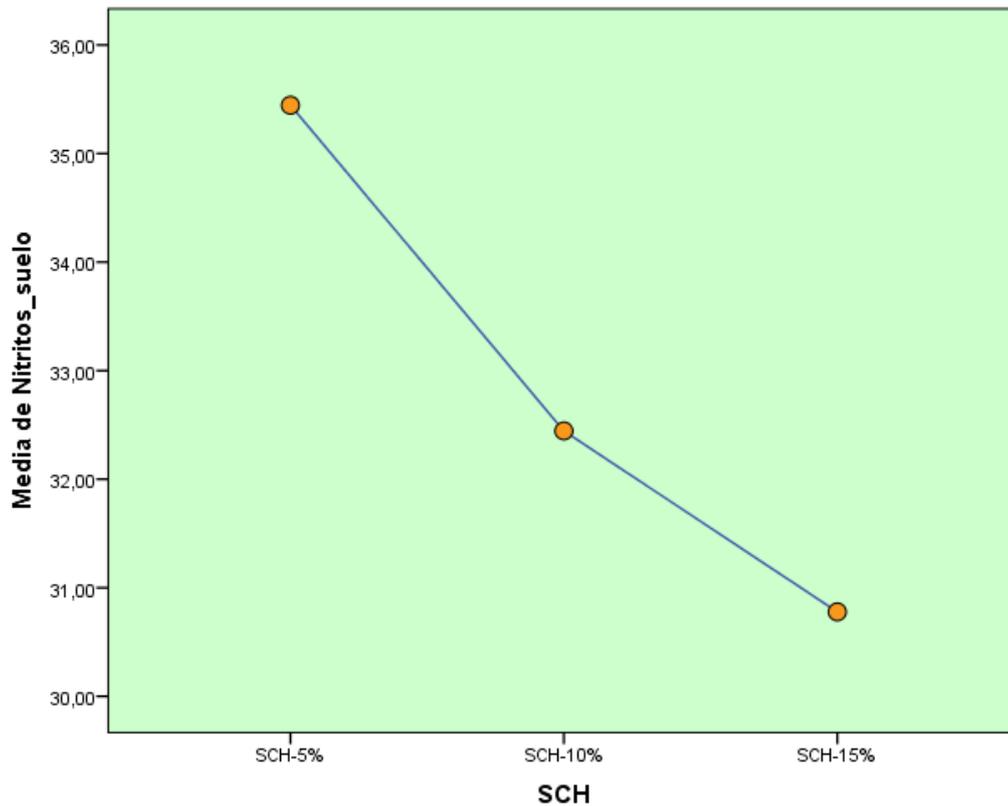


Figura 35. Gráfico de medias de nitritos en el suelo.

Tabla 37. Anova de tiempo óptimo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cloruros_suelo	Entre grupos	574387,157	2	287193,579	99,248	,000
	Dentro de grupos	69448,821	24	2893,701		
	Total	643835,978	26			
Nitratos_suelo	Entre grupos	470,519	2	235,259	22,445	,000
	Dentro de grupos	251,556	24	10,481		
	Total	722,074	26			
Nitritos_suelo	Entre grupos	124,222	2	62,111	12,376	,000
	Dentro de grupos	120,444	24	5,019		
	Total	244,667	26			

Se muestra en la Tabla 37 prueba estadística ANOVA de un factor para determinar la diferencia significativa de medias de la desalinización del suelo agrícola respecto al tiempo

aplicado de 15 días, 30 días y 45 días, donde se puede indicar que en los parámetros de cloruros, nitratos y nitritos del suelo respecto al tiempo al obtener P-valores de 0.000, 0.000 y 0.000 respectivamente, éstos por ser menores que el α (**0.05**), existe una diferencia significativa entre las medias de cloruros, nitratos y nitritos respecto al tiempo respectivamente.

Tabla 38. Anova de un Cloruros en suelos respecto al tiempo

Tiempo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
45 días	9	279,7622		
30 días	9		481,5000	
15 días	9			635,9889
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestra en la Tabla 38 la prueba de HSD Tukey de cloruros del suelo respecto al tiempo (15 días, 30 días y 45 días), determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tiempo de 45 días En la Figura 36 alcanzó la menor concentración de cloruros en el suelo con una diferencia de medias (279,7622).

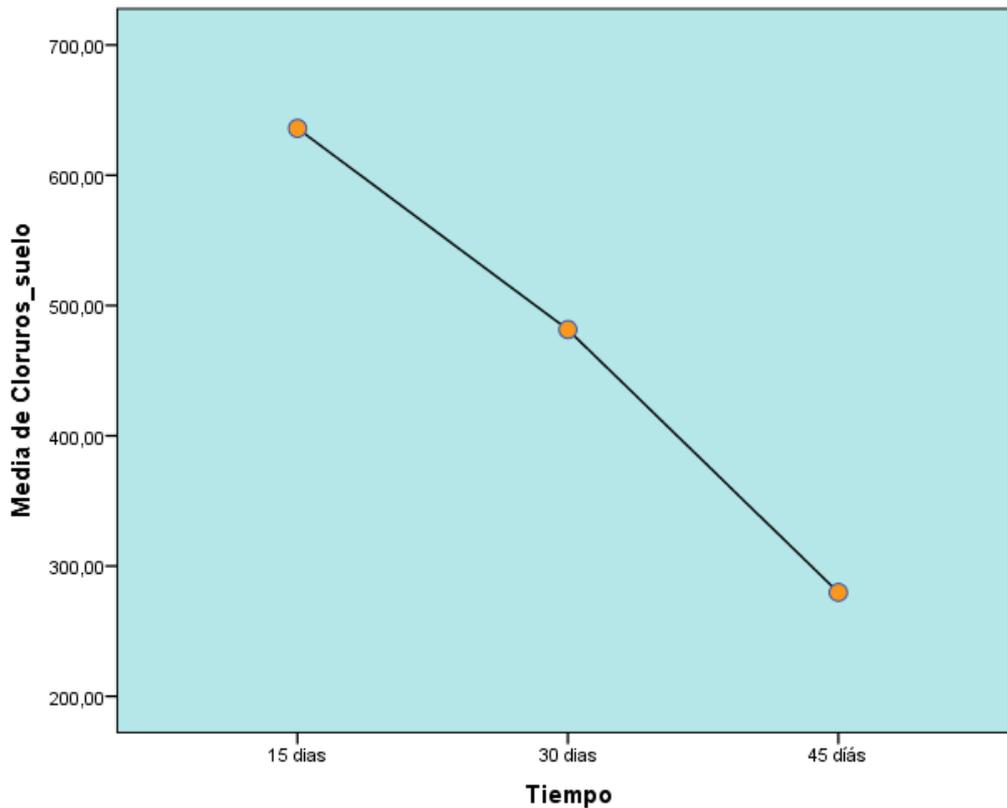


Figura 36. Gráfico de medias de cloruros en el suelo respecto al tiempo

Tabla 39. Tukey de nitratos en el suelo respecto al tiempo

Tiempo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
45 días	9	69,7778		
30 días	9		74,6667	
15 días	9			80,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestra en la Tabla 39 la prueba de HSD Tukey de nitratos del suelo respecto al tiempo (15 días, 30 días y 45 días), determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tiempo de 45 días en la figura 37 alcanzó la menor concentración de nitritos en el suelo con una diferencia de medias (69,7778).

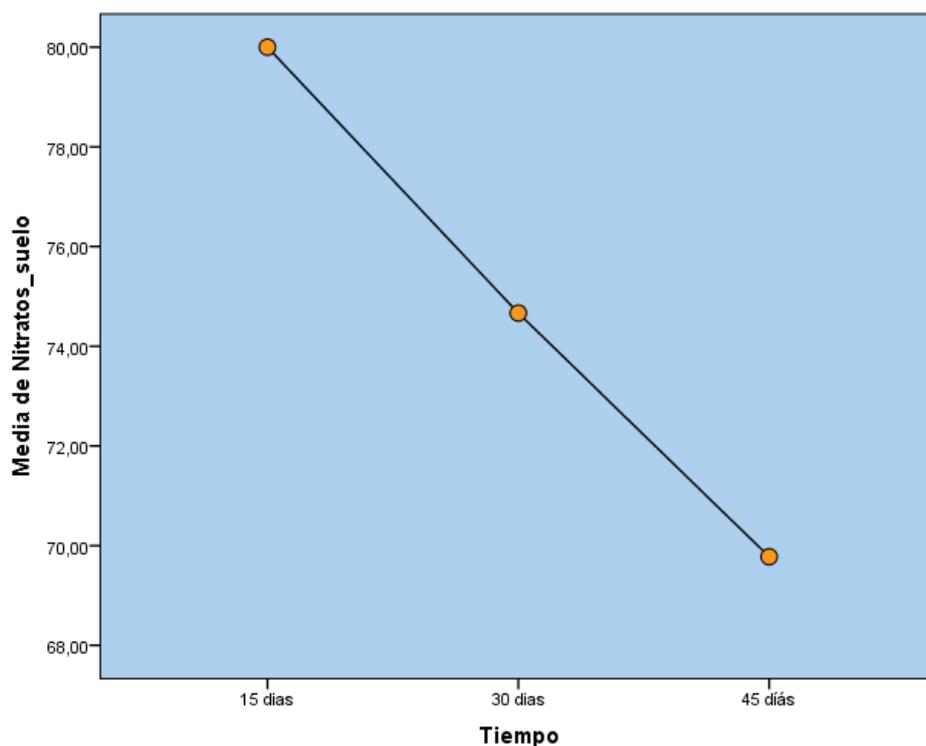


Figura 37. Gráfico de medias de nitratos en el suelo respecto al tiempo

Tabla 40. Tukey de nitritos en el suelo respecto al tiempo

Tiempo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
45 días	9	30,1111	
30 días	9		33,2222
15 días	9		35,3333
Sig.		1,000	,134

Se muestra en Tabla 40, la prueba de HSD Tukey de nitritos del suelo respecto al tiempo (15 días, 30 días y 45 días), determinó que tratamiento presenta mayor diferencia de medias en la desalinización del suelo; donde se precisa que la aplicación del tiempo de 45 días en la Figura 38 alcanzó la menor concentración de nitritos en el suelo con una diferencia de medias (30,1111).

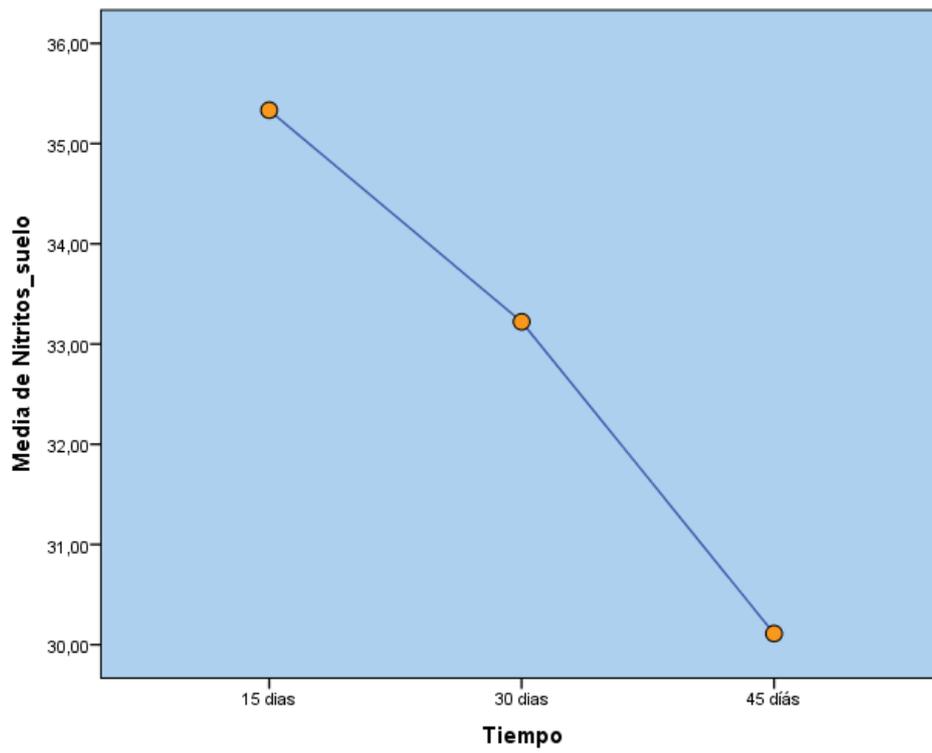


Figura 38. Gráfico de medias de nitritos en el suelo respecto al tiempo

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación se centró en la aplicación y elaboración de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga cumpliendo una función de desalinizadores, con respecto a la elaboración del biosurfactante generados en biorreactores con estiércol de cuy, hortalizas, frutas y agua, Medina, Quipuzco y Juscamayta (2015), elaboraron biol en un periodo de 120 días, mientras que en mi investigación en 15 días.

Con respecto a las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes contrastándolo con Díaz, Angela (2017) en la elaboración del biol mediante estiércol vacuno, hierbas verdes, hortalizas y agua, en 88 días mostró como resultado, temperatura de 29.1 C°, conductividad eléctrica de 21.5 dS/m, 7.3 pH y en referencia a su microbiología 453 número de colonias, entre tanto los resultados en mi investigación demostré que los biosurfactantes tuvieron una temperatura de 20.1C°, un pH 4.21, conductividad eléctrica de 17.58 dS/cm.y en 225 ml 924.75 número de colinas.

Determinando las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola en desalinización se comparó con la investigación de Hurtado, Dilmer (2019) que uso el estiércol de vaca, aserrín de madera y suelo de chacra con 04 diferentes dosis en 03 tiempos 25, 45 y 60 días y logró reducir la conductividad eléctrica entre 10.1 a 12.1%. Con respecto a su pH se sostuvo en alcalinidad y en porcentaje de sodio intercambiable consiguió de 6.74 a 9.4% de disminución, entre tanto en mi investigación los resultados mostraron un pH ligeramente alcalino con un promedio de 7,27 y la conductividad eléctrica fue reducida en un 48.79%. Por otro lado Hanco, Caroline (2017) trabajó en el uso del vermicompost, cal agrícola y beterraga, la salinidad fue reducida 52.22%, contrastando con Hernández et al. (2011), propuso la biorecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos, reduciendo la conductividad eléctrica del 97.30 % al 3% con tratamiento de vermicompost diferenciándose significativamente de lo obtenido con el tratamiento de lemma sobre la conductividad de 84% al 3%. De tal forma los resultados obtenidos con la aplicación de yeso, la conductividad fue reducida en un 52.5%. Finalmente en mi investigación los resultados demostraron que se obtuvo un pH ligeramente alcalino con un promedio de 7,27, teniendo disminución en

conductividad eléctrica de 48.79% y una reducción máxima de 76,59 % en dosis de 15 % de biosurfactante con acelga en 45 días.

Los cloruros absorbidos luego del tratamiento fueron de 13.54 mgCl-/kg en un tiempo de 45 días mientras Mogollon, Martinez y Torres (2015) mitigaron salinidad con el vermicompost elaborado con lombriz roja californiana y sustratos de restos de alimentos empleándolo al 10% logrando una mejora en 38.21% durante un periodo de 28 días.

En cuanto a la capacidad de absorción de sales con plantas halófitas, al comparar con Ayyappan et al. (2013) se basaron en la potencialidad de *Suaeda monoica Forsk.* Una restauración de halófito de marisma salada del suelo agrícola salino, quien logró eliminar 453.55 mgcl/kg de cloruros en 4 meses, se puede precisar que se logró una mayor eficiencia de reducción de sales (cloruros), en un menor tiempo de evaluación convirtiéndose en una buena alternativa para dicho propósito. De igual modo Kakaras et al. (2016) cultivaron tomate en sus diferentes muestras de suelo salino, que tuvo como resultado que un suelo en gran medida de salinidad 14.1 dS/m pudo reducir a 10.6 dS/m.. Singh, et al (2013) recuperó suelo sódico mediante el cultivo de la planta *Jatropha curcas* teniendo como efecto la recuperación de las propiedades fisicoquímicas del suelo, disminuyendo la densidad aparente conductividad y pH, mientras en mi investigación la acelga a 45 días se pudo absorber 13.68 mgCl-/kg.

V. CONCLUSIÓN

Finalizada la investigación, se pretendió usar los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga permitió el mejoramiento cuantioso de los parámetros fisicoquímicos que son consistentes para la disminución de la salinidad, atendiendo la búsqueda del aprovechamiento de los residuos orgánicos que es generado en su mayoría en mercados y atendiendo la problemática de salinización del suelo agrícola procedente de Chancay. Finalmente, los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga son eficientes para desalinizar suelos agrícolas, Chancay -2019.

- Las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola procedente de Chancay, tuvo una temperatura de 20.3°C, en pH fue 7.27 y una conductividad eléctrica de 19.9 dS/cm, reduciéndose un 48,79%.
- Las propiedades fisicoquímicas de los biosurfactantes para desalinizar suelos agrícolas de Chancay, tuvo una temperatura de 20.1 C°, su pH fue de 4.21, conductividad eléctrica de 17.58 dS/m, potencial redox de 35 mV y una microbiología en unidades formadoras de colonia de 41.100.
- La capacidad de absorción de sales de la acelga fue de 13.54 mgCl-/kg.
- La dosis y tiempo óptimo de los biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay, fue el de 15%(150ml) en 45días, lográndose una reducción máxima de 76.59 %.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones a más dosis de biosurfactantes asociado a una planta halófitas.
- Fomentar la evaluación de mayor cantidad en los tiempos de control a fin de contar con precisión del óptimo para la desalinización de suelos agrícolas.
- Persistir con investigaciones que tengan relación con la desalinización de suelos agrícolas con diferentes materias orgánicas en descomposición.
- Investigar acerca de la eficiencia de reducción de sales en suelos agrícolas empleando otras especies de plantas a distintas edades.
- Considerar la evaluación de la eficiencia de la acelga y planta halófitas para la reducción de diversos contaminantes presentes en el suelo agrícola.

REFERENCIAS

- 1) AKER, Carlos, SOTO Gabriela y IMBACH Alejandro. Efecto de la aplicación con biocarbón, gallinaza y fertilizantes sintéticos en la retención de humedad y otras características del suelo en el rendimiento del maíz. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://pdfs.semanticscholar.org/a703/b2f8e91625aac04800e19d80dc27a2528202.pdf>
- 2) BILQUEES, Gul [et al]. Germination strategies of halophyte seeds under salinity. *Environmental and Experimental Botany. Revista ScienceDirect* [en línea]. Junio 2012, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
https://www.halophyte.org/pdfs/drkhan_pdfs/182.pdf
- 3) BALAKRISHNAN, V y RAVIDRAN, K. Potentiality of Suaeda monoica Forsk. A salt Marsh Halophytell on Restoration of Saline Agriculture Soil. *World Applied Sciences Journal. Revista Researchgate* [en línea]. Noviembre 2013, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
[https://www.idosi.org/wasj/wasj28\(12\)13/23.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj28(12)13/23.pdf)
- 4) BANDA, J [et al] Rehabilitación de suelos salino-sódicos: estudio de caso en el distrito de riego 086, Jiménez, Tamaulipas, México. 2014. *Revista Scielo* [En línea]. Junio 2015, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019].
Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792014000300211
- 5) CHAGANTI, Vijayasatya, CROHN, David y JIRKA Si. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline-sodic soil with moderate SAR reclaimed water, *Agricultural Water Management. Revista Researchgate* [en línea]. Mayo 2015, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/277306923_Leaching_and_Reclamation_of_a_Biochar_and_Compost_Amended_Saline-sodic_Soil_with_Moderate_SAR_Reclaimed_Water
- 6) CHAN, Man y WONG, Jonathan. Reducing nitrogen loss and salinity during 'struvite' food waste composting by zeolite amendment. 2016. 2016, *Bioresource Technology*. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26590758>
- 7) DE LA ROSA, J [et al]. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar and biochar-amended agricultural soil from Southern Spain. *Revista Digital.CSIC* [en línea]. 2016, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://digital.csic.es/handle/10261/122057>
- 8) DÍAZ, Angela. Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas. Tesis (Magister Scientiae en suelos). Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2792/F04-D5335-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 9) EDELSTEIN, M [et al]. Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) responses to fertilization and salinity under irrigation conditions. *Journal of Environmental Management. Revista Pudmed* [en línea]. 2010, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19709801>

- 10) ELRAHMAN et al. Effect of different amendments on soil chemical characteristics, grain yield and elemental content of wheat plants grown on salt-affected soil irrigated with low quality water. *Revista Scielo* [en línea]. 2012, n.º1. [Fecha de consulta 28 de mayo 2019]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf>

- 11) ESCOBAR, O [et al]. Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos. *Revista de la Universidad Nacional de Colombia* [en línea]. 2011, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/26378>

- 12) FALASCA, Silvia. Salicornia, una especie promisoría para bioenergía en suelos salinos. *Revista Latinoamerica Renovable* [en línea]. 21 de Setiembre de 2013, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<http://latinoamericarenovable.com/2013/09/21/salicornia-una-especie-promisoria-para-bioenergia-en-suelos-salinos/>

- 13) FLORES Eddy, FLORES, Juan y TORREZ Jorge. Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidrato ($\text{Ca}(\text{SO}_4)1/2\text{H}_2\text{O}$) en la comunidad de Yotala. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería* [en línea]. 2014, n.º2. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/Aplicaciones-de-la-Ingenieria-44-65.pdf

- 14) GUEVARA, H [et al]. Estimación de Conductividad Hidráulica y Cotenido de Finos a partir de leyes experimentales que relacionen los parámetros hidráulicos y eléctricos. *Revista de la Universidad Nacional de Mexico* [en línea]. 2010, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/24606>

- 15) GONZAGA, A [et al] . Recuperación de suelos salinos mediante el cultivo del Q'AWCHI. Flores. *Revista Scielo* [en línea]. 2018, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019].
Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000300004
- 16) HAIPENG, Wu. Las interacciones del compostaje y biochar y sus implicaciones para la enmienda del suelo y la remediación de la contaminación. Hon Kong. Tesis (Título en Ciencias Ambientales). España: Universidad Autónoma de Barcelona, 2016.
Disponible en:
https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf
- 17) HANCCO, Caroline. Desalinización con Beterraga (*Beta vulgaris* L.) asociada al vermicompost y cal agrícola para el mejoramiento de la calidad del suelo, Cañete, 2017. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.
Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3539/Hancco_OCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 18) HURTADO, Dilmer. Eficiencia de biorrecuperación mediante enmienda orgánica incorporada en el suelo salino de la ladera del Establo “Agropecuaria Villa Asís S.R.L comunidad autogestionaria Huaycán – Ate Vitarte. Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Peruana Unión, 2019. Disponible en:
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1791/Dilmer_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 19) KARAKAS, Sema, CULLU y MEHMET Ali. Of two halophyte species (*Salsola soda* and *Portulaca oleracea*) for salt removal potential under different soil salinity conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* [en línea]. 2017, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/317659633_Comparison_of_two_halophyte_species_Salsola_soda_and_Portulaca_oleracea_for_salt_removal_potential_under_different_soil_salinity_conditions
- 20) KARAKAS, Sema. Halophytic companion plants improve growth and physiological parameters of tomato plants grown under salinity. *Revista Researchgate* [en línea]. 2015, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/299364896_Halophytic_companion_plants_improve_growth_and_physiological_parameters_of_tomato_plants_grown_under_salinity
- 21) LARA, R [et al]. Búsqueda de capacidad productora de biosurfactantes en actinobacterias haloalcalófilas y haloalcalotolerantes. *Revista Scielo*. [en línea]. 2017. n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v33n3/0188-4999-rica-33-03-529.pdf>

- 22) LAKHDAR, A[et al]. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. 2009. 2009, *Journal of Hazardous Materials* [en línea]. 2017, n.º1.[Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389409009030>
- 23) LÓPEZ, Inés. 2016. Agricultural and environmental evaluation of biochar obtained by pyrolysis from different organic wastes. España: Universidad de Murcia. Noviembre 2016. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10201/51124>
- 24) LAKHDAR, S [et al]. Effect of different amendments on soil chemical characteristics, grain yield and elemental content of wheat plants grown on salt-affected soil irrigated with low quality water, *Annals of Agricultural Science. Revista ScienceDirect* [en línea]. 2014, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178312000346>
- 25) MACCAULEY, Ann y JONES, Clain Basic Soil Properties. en línea]. 2005. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://afac.org/wp-content/uploads/2018/03/Garden-Kickoff-Basic-Soil-Properties.pdf>
- 26) MARTINEZ, María , ESPAÑA, Julio y DÍAZ, José. Effect of Eucalyptus globulus biochar addition on the availability of phosphorus in acidic soil. *Revista Scielo* [en línea]. 2017, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652017000100075
- 27) MEIER, S. Effects of biochar on copper immobilization and soil microbial. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/12263>
- 28) MOGOLLON, José, MARTINEZ, Alicia y TORRES, Duillo. Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano. *Revista Scielo* [en línea]. 2015, n.º1.[Fecha de consulta 20 de mayo 2019]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n4/v64n4a05.pdf>

- 29) NORMAN, Hayley , MASTERS, David y BARRETT, Edward. Halophytes as forages in saline landscapes: interactions between plant genotype and environment change their feeding value to ruminants. *Journal Food and Health Sciences and Sustainable Agriculture Flagship* [en línea]. 2005, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Halophytes-as-forages-in-saline-landscapes%3A-between-Norman-Masters/2bdf51198b36a4507f809beb7f3ce3d8841f6bc5>
- 30) PARRA, Lorena. Efectos de distintos niveles de salinidad en especies halófilas en un saladar del Sud de Alicante. Tesis (Grado en Ciencias Ambientales). Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2012. Disponible en:
<https://riunet.upv.es/handle/10251/17673>
- 31) PEÑA, E[et al] Bioprospeccion de Plantas Nativas para su uso en procesos de biorremediacion: Caso Heliconia Psittacoru (Heliconiaceae). *Revista Scielo* [en línea] 2015, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019].
Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v37n145/v37n145a04.pdf>
- 32) RABHI, M[et al]. Evaluation of the capacity of three halophytes to desalinize their rhizosphere as grown on saline soils under nonleaching conditions. *Blackwell Publishing Journal*. [en línea]. 2009.n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019].
Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2028.2008.00989.x>
- 33) RAMIREZ, M. Condiciones de salinidad y recuperacion de los suelos de la cancha publica de golf - San Bartolo. Tesis (Título en Ingeniería agrícola), Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2482/P11-R3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 34) RAVINDRANA, K [et al]. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. *Soil Biology & Biochemistry Journal* [en línea]. 2007, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/restoration-of-saline-land-by-halophytes-for-indian-soils-om9hB00Pqa>
- 35) RODRÍGUEZ, Al[et al]. Nutrient phytoavailability in a mine soil amended with technosol and biochar and vegetated with Brassica juncea. *Revista Universia* [en línea]. 2007, n.º2. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://sjss.universia.net/article/view/3454/assesment-compost-technosol-amendments-increase-nutrient-contents-mine-soil-vegetated-brassica-juncea>

- 36) Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and Vermicompost with or without Earthworms. OO, A. N., Iwal, C. B. y Saenjan, P. 2013. 2013, Land Degrad. Develop, págs. 1002-1008. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2208>
- 37) Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and Vermicompost with or without Earthworms. OO, A. N., Iwal, C. B. y Saenjan, P. 2013. 2013, Land Degrad. Develop, págs. 1002-1008. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2208>
- 38) SEGURA, José. Halófitas como alternativa en la fitorremediación producción agrícola y otros usos. Grado en Biología. España : Universidad de Jaén, 2018. Disponible en:
http://tauja.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/8697/1/TFG_Gutierrez_Segura_Jose.pdf
- 39) TENE, Bermeo, GLYDER, Arturo, CÓRDOBA Balcazary BYRON Efraín. Diseño y construcción de un reactor de pirólisis de combustión lenta con una capacidad de 10 kg a escala laboratorio para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables. Tesis (Título de Ingeniero Electromecánico). Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2014. Disponible en:
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11957>
- 40) WALID, Z [et al]. Phytodesalination: a Solution for Salt-affected Soils. *Journal of Arid Land Studies* [en línea]. 2012, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
http://nodaiweb.university.jp/desert/pdf/JALS-P61_299-302.pdf
- 41) WALKER, David y BERNAL, M. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource Technology* [en línea]. 2008, n.º1. [Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17275292>
- 42) YOUNG-JOO, Kima, BYUNG-KIL, Choob, y JAE-YOUNG, Choc. Effect of gypsum and rice straw compost application on improvements of soil quality during desalination of reclaimed coastal tideland soils: Ten years of long-term experiments. *Revista ScienceDirect* [en línea]. 2017, n.º1.[Fecha de consulta 14 de mayo 2019]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816217301303>

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de resultados iniciales del suelo agrícola.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
 Laboratorio de Espectrometría

Análisis de muestra de suelo salino

Solicitado por: Lesly Pino Huamán
 Procedencia de la Muestra: Suelo Agrícola de Chancay-zona cerca al mar
 Recepción de la Muestra: 02/09/2019

Caracterización del suelo salino - Chancay

código	T°C	pH ácido/base relación:1.1	Conductividad eléctrica (µS/cm) Relación 1.1	Potencial Redox (mv) Relación 1.1
SCH- SALINO	20.3	7.25	3880	185

código	Cloruros (Cl ⁻) mgCl/kg	Nitratos (NO ₃ ⁻) mg NO ₃ /kg	Nitritos (NO ₂ ⁻) mg/kg	Nitrógeno total (%)
SCH- SALINO	768.93	87	87	0.175

código	Carbono total	Materia Orgánica (mo)	Relación carbono/nitrógeno
SCH- SALINO	0.80	0.14	4.57

Método Potenciométrico, Método kjedahl, Método Mohr, Método Espectrometría UV

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
 Laboratorio de Espectrometría

Código	Humedad Gravimétrica (%)	Densidad Aparente (Da) gr/cm ³	Densidad Real (Dr) gr/cm ³	Porosidad total %
SCH- SALINO	4.65	1.8	2.49	56.63

Código	Arena %	Limo %	Arcilla %	Materia Orgánica
SCH- SALINO	60.32	23.81	15.87	0.23

N° Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Parcial Retenido %	% Acumulado	
				+Retenido	-Pasa
N° 1	25.00	0.110	25	25	75
1/2 "	12.50	0.085	19	44	56
N°5	4.00	0.025	6	50	50
N°10	2.00	0.015	3	53	47
N° 12	1.70	0.009	2	55	45
N° 50	0.30	0.196	45	100	00

Método del Picnómetro, Método del cilindro Biselado, Método ASTM D-2216, Método ASTM D422

Lima, 20 de Septiembre del 2019



MSc. Attilio Mendoza A.
 Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 2. Reporte de resultados de suelos de la tercera etapa (45 días).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Tercer Tratamiento 45 días - Suelo Salino – Foliar (31/10/19)

Solicitado por: Lesly Pino Huamán

Procedencia de la Muestra: Suelo Agrícola de Chancay-zona cerca al mar

Recepción de la Muestra: 02/11/2019

Código	T C°	pH	CE (µS/cm)	Eh (mv)
SCH – 5%	20.50	7.29	2658.00	176.00
	20.40	7.33	2660.00	175.00
	20.50	7.31	2667.00	178.00
SCH – B10%	20.40	7.29	2386.00	170.00
	20.50	7.30	2391.00	173.00
	20.40	7.31	2397.00	173.00
SCH – B15%	20.50	7.26	1995.00	170.00
	20.40	7.27	1980.00	171.00
	20.50	7.25	1986.00	174.00

Código	Carbono total	Materia Orgánica (mo)	Relación carbono/nitrógeno
SCH – B5%	1.65	0.38	5.04
	1.64	0.35	5.00
	1.67	0.41	5.05
SCH – B10%	1.80	0.62	5.75
	1.78	0.60	5.72
	1.76	0.58	5.70
SCH – B15%	1.75	0.57	5.99
	1.74	0.55	5.98
	1.74	0.52	5.94

Método del Dicromato, Potenciometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Tercer Tratamiento 45 días - Suelo Salino – Foliar (31/10/19)

Solicitado por: Lesly Pino Huamán

Procedencia de la Muestra: Suelo Agrícola de Chancay-zona cerca al mar

Recepción de la Muestra: 02/11/2019

Código	T C°	pH	CE (µS/cm)	Eh (mv)
SCH – 5%	20.50	7.29	2658.00	176.00
	20.40	7.33	2660.00	175.00
	20.50	7.31	2667.00	178.00
SCH – B10%	20.40	7.29	2386.00	170.00
	20.50	7.30	2391.00	173.00
	20.40	7.31	2397.00	173.00
SCH – B15%	20.50	7.26	1995.00	170.00
	20.40	7.27	1980.00	171.00
	20.50	7.25	1986.00	174.00

Código	Carbono total	Materia Orgánica (mo)	Relación carbono/nitrógeno
SCH – B5%	1.65	0.38	5.04
	1.64	0.35	5.00
	1.67	0.41	5.05
SCH – B10%	1.80	0.62	5.75
	1.78	0.60	5.72
	1.76	0.58	5.70
SCH – B15%	1.75	0.57	5.99
	1.74	0.55	5.98
	1.74	0.52	5.94

Método del Dicromato, Potenciometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Cloruros (Cl-) mgCl-/kg	Nitratos (NO ₃) NO3/kg	Nitritos (NO ₂) mg/kg
SCH - B5%	370.87	74.00	32.00
	370.76	75.00	33.00
	370.95	74.00	32.00
SCH - B10%	288.39	70.00	30.00
	288.40	70.00	29.00
	288.37	71.00	29.00
SCH - B15%	180.09	65.00	29.00
	180.00	64.00	28.00
	180.03	65.00	29.00

Método Espectrofotometría UV

Lima, 10 de Noviembre del 2019



MSc. Atilio Méndez
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 3. Análisis microbiológico biosurfactantes.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
 Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Solicitado por: Lesly Pino Huamán

Procedencia de la Muestra: Suelo Agrícola de Chancay-zona cerca al mar

Recepción de la Muestra: 05/11/2019

Código	Nº DE COLONIAS EN 100 ml
Nº de colonias	(Carga mayor+carga media+carga menor)*factor
CA – carga mayor	9
CM – carga media	7
CB – carga baja	3
Promedio	$(9+7+3) / 3 = 6.3 * 65 = 411$ colonias por placa

Análisis Microbiológico Diferencial - Nº de Bacterias Sembradas en Suelo Salino - Chancay

Código	Peso de suelo	Volumen del biosurfactante	Nº de colonias	UFC/15 ml
SAS – CH – 5%	1000 gr.	75 ml	308.25	41,100
SAS – CH – 10%	1000 gr.	150 ml	616.50	41,100
SAS – CH – 15%	1000 gr.	225 ml	924.75	41,100

Membrana filtrante	Técnica bomba de vacío
Incubación x 24 horas -35 °C	Técnica placa Petri
Medio	Agar CETRIMIDE
UFC	Unidades Formadoras de Colonias

Lima, 15 de Noviembre del 2019




MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 4. Reporte de resultados de suelos de la primera etapa (15 días).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
 Laboratorio de Espectrometría

Primer Tratamiento 15 días - Suelo Salino – Foliar (15/09/2019)
 Solicitado por: Lesly Pino Huamán
 Procedencia de la Muestra: Suelo Agrícola de Chacabacay-zona cerca al mar
 Recepción de la Muestra: 04/10/2019

Código	T C°	pH	CE (µS/cm)	Eh (mv)
SCH – B5%	20.30	7.37	3099.00	178.00
	20.30	7.34	3087.00	179.00
	20.30	7.36	3098.00	178.00
SCH – B10%	20.30	7.31	3053.00	170.00
	20.20	7.32	3056.00	175.00
	20.20	7.34	3059.00	169.00
SCH – B15%	20.30	7.27	3016.00	160.00
	20.30	7.30	3012.00	169.00
	20.30	7.29	3011.00	159.00

Código	Cloruros (Cl-) mgCl/kg	Nitratos (NO ₃) mg NO3/kg	Nitritos (NO ₂) mg/kg
SCH – B5%	653.59	82.00	37.00
	652.79	80.00	39.00
	654.11	85.00	40.00
SCH – B10%	635.21	74.00	34.00
	636.31	82.00	36.00
	635.01	80.00	34.00
SCH – B15%	618.90	79.00	32.00
	619.10	79.00	33.00
	618.88	76.00	33.00

Método kjedahl, Método Mohr, Método Espectrometría UV, EPA 3050, Potenciometría.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
 Laboratorio de Espectrometría

Código	Carbono total	Materia Orgánica (mo)	Relación carbono/nitrógeno
SCH – B5%	1.65	0.28	5.96
	1.70	0.35	5.99
	1.68	0.31	5.93
SCH – B10%	1.76	0.48	5.85
	1.74	0.42	5.74
	1.75	0.45	5.80
SCH – B15%	1.71	0.45	5.80
	1.70	0.41	5.50
	1.74	0.47	5.90

Código	Fosforo (P) ppm	Potasio (K) ppm	Sodio intercambiable (%)	Calcio (cmol+/kg)
SCH – B5%	15.12	0.45	0.90	0.40
	15.15	0.48	0.89	0.38
	15.16	0.43	0.85	0.40
SCH – B10%	15.25	0.50	0.80	0.41
	15.20	0.48	0.78	0.40
	15.27	0.53	0.81	0.43
SCH – B15%	15.13	0.40	0.95	0.38
	15.15	0.41	0.94	0.37
	15.13	0.39	0.95	0.35

Método EPA 3050, Método del Dicromato

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Porcentaje gravimétrico del suelo (%)	Concentración de Cloruros Foliar mgCl/kg	Porcentaje de Humedad Foliar (%)
SCH - B5%	9.08	3.73	10.07
	9.04	3.74	10.05
	9.07	3.74	10.08
SCH - B10%	11.18	4.94	10.04
	11.15	4.94	10.03
	11.22	4.95	10.06
SCH - B15%	15.85	5.92	11.40
	15.96	5.91	11.50
	15.66	5.92	11.70

Método Mohr, Método ASTM D2216

Lima, 10 de Octubre del 2019


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 5. Instrumento de características y parámetros fisicoquímicos de los biosurfactantes.

DATOS GENERALES	
TITULO:	“Biosurfactants del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (Beta vulgaris var. Cicla) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay 2019”
LINEA DE INVESTIGACION:	Calidad y gestión de los recursos naturales.
FACULTAD:	Ingeniería Ambiental
ASESOR:	MSc. Wilber Quijano Pacheco
FICHA:	Características y parámetros fisicoquímicos de los biosurfactantes
FECHA:	

CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOSURFACTANTES				
	Microbiología	Densidad(m/v)	Peso(gr)	Volumen(cm³)
M1				

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LOS BIOSURFACTANTES			
	Temperatura(C°)	C-E(dS/m)	pH(Acido/Base)
M1			

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ALFARO PARRAJA OSCAR OSWALDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV LIMA NORTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento Propósito de los
 1.4. Autor(A) de instrumento: Geoly Pardo Huaman Bioinformáticos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									/				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									/				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									/				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									/				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									/				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, 25 Junio del 2019

FIRMA DE OSCAR PARRAJA PREPARANTE

INGENIERO QUÍMICO
 C. I. P. 37913 992049773
17998463

Anexo 7. Instrumento de fisicoquímicos del suelo.

DATOS GENERALES	
TITULO:	Biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (Beta vulgaris var. Cicla) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay 2019.
LINEA DE INVESTIGACION:	Calidad y gestión de los recursos naturales.
FACULTAD:	Ingeniería Ambiental
ASESOR:	MSc. Wilber Quijano Pacheco
FICHA:	Propiedades fisicoquímicas del suelo
FECHA:	

REPETICIONES	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL SUELO AGRÍCOLA											
	Temperatura			C.E (dS/m)			pH(Acido/bas e)			Salinidad		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R1												
R2												
R3												

REPETICIONES	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO AGRICOLA		
	Textura	Conductividad Hidráulica	Capacidad de campo
M1			
M2			
M3			

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ALFARO RODRIGUEZ CAYLA HUMBERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE U.C.V. - LIMA NORTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características y Parámetros de exigencia del
 1.4. Autor(A) de Instrumento: lesy Pao. Human metodo científico

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									✓				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									✓				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									✓				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									✓				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									✓				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									✓				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									✓				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									✓				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									✓				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80 %

Lima, 25 Junio del 2019


 FIRMA DEL INGENIERO CONFORMANTE
 INGENIERO CONFORMANTE
 C. P. 37913

DNI No. Telf.: 992.04.9773

17992063

Anexo 9. Instrumento de características del crecimiento y calidad de la acelga.

DATOS GENERALES	
TÍTULO:	Biosurfactantes del biocompost como abono orgánico asociado a la acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. Cicla) para desalinizar suelos agrícolas, Chancay 2019.
LÍNEA DE INVESTIGACION:	Calidad y gestión de los recursos naturales.
FACULTAD:	Ingeniería Ambiental
ASESOR:	MSc. Wilber Quijano Pacheco
FICHA:	Características del crecimiento y calidad de la acelga
FECHA:	

REPETICIONES	CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA ACELGA														
	Tamaño de raíz (cm)			Tamaño de tallo(cm)			Número de hojas (N°)			Peso(gr)			Capacidad de absorción de sales(%)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R1															
R2															
R3															

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ALFARO RODRIGUEZ CARLOS HORTUERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV UTA NORTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de Evaluación de la Calidad
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Loly Pina Huaman Coordinadora del Programa de la UTA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									✓				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									✓				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									✓				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									✓				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									✓				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									✓				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									✓				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									✓				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									✓				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

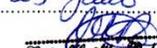
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, 25 Julio del 2019


 FIRMA DEL **COORDINADOR**
 C. I. P. 37813

DNI No..... Telf.: 992 049 773
17993863