



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dosis óptima de enmiendas a base de cachaza y vinaza para la
recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Maxe Aguilar, Sara Yuleisi (ORCID: 0000-0002-9943-409X)

Peralta Lopez, Holsen Jhamil (ORCID: 0000-0001-7277-9023)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO - PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional, así como también por haber fomentado en mí el deseo de superación, motivándome contestemente y sobre todo inculcándome los valores necesarios que han sido mis pilares fundamentales para llegar a alcanzar este sueño tan importante en mi vida.

Sara Yuleisi

A mis padres por haber sido mi motor de superación, lo cual me ha convertido en la persona que soy actualmente, también por inculcarme los valores que llevo con mucho orgullo por medio de sus enseñanzas, de igual manera al resto de mi familia quienes depositaron su confianza y sabían que lo lograría, a mis buenos amigos que de alguna manera aportaron un poco de su gratitud, que me ayudó para poder conseguir este paso muy importante en mi vida.

Holsen Jhamil

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme salud, sabiduría y perseverancia durante este recorrido permitiéndome así culminar una de mis metas trazadas. Así también, agradezco a mis padres por su generosidad, por estar siempre presentes, por su comprensión y dedicación al momento de apoyarme desde que inicie mi formación profesional, hasta la culminación.

Sara Yuleisi

Gracias a Dios, por acompañarme en cada decisión que he elegido, por no desampararme en cada día y por darme la sabiduría para cumplir un objetivo más en mi vida, así mismo, gracias a nuestro asesor, el Dr. Ponce Ayala José Elías, por su exigencia y su orientación a lo largo de este proyecto. Gracias a mis padres por ser el soporte en mi educación, por creer en mí, por siempre apoyarme moral y económicamente en esta etapa que requiere mucho esfuerzo y sacrificio.

Holsen Jhamil

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2. Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimientos.....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Resultados de los parámetros de la muestra testigo del Distrito de San José, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque.</i>	32
Tabla 2. <i>Resultados de los parámetros de textura de la muestra testigo.</i>	33
Tabla 3. <i>Escala de interpretación del tipo de suelo testigo.</i>	33
Tabla 4. <i>Resultados de los parámetros de las muestras de nivel bajo (100 %).</i> ...	34
Tabla 5. <i>Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (100 %).</i>	35
Tabla 6. <i>Resultados de los parámetros de las muestras de nivel medio (150%).</i> ..	35
Tabla 7. <i>Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (150 %).</i>	36
Tabla 8. <i>Resultados de los parámetros de las muestras de nivel alto (200%)</i>	37
Tabla 9. <i>Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (200 %).</i>	38
Tabla 10. <i>Escala de medición de la conductividad eléctrica.</i>	40
Tabla 11. <i>Escala de medición de la Conductividad Eléctrica.</i>	52

Índice de figuras

Figura 1: Localización de las sub-muestras	28
Figura 2: Flujograma del proceso.....	31
Figura 3: Valores de potencial de hidrógeno.....	39
Figura 4: Valores de la conductividad eléctrica.....	39
Figura 5: Valores de materia orgánica.....	40
Figura 6: Valores de fósforo.....	41
Figura 7: Valores de Potasio.....	42
Figura 8: Valores de CaCO ₃	43
Figura 9: Valores de Sodio Intercambiable.....	43
Figura 10: Valores de Capacidad de Intercambio Catiónico.....	44
Figura 11: Valores del Porcentaje de Sodio Intercambiable.....	45
Figura 12: Valores del Porcentaje de Saturación.....	46
Figura 13: Valores de enmienda.....	47
Figura 14: Valores de Textura.....	48
Figura 15: Siembra de Brassica olearacea var.....	49

Resumen

En la presente investigación se tuvo como objetivo general determinar la dosis óptima de enmiendas a base de cachaza y vinaza que debe incorporarse para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico. Esta investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y se empleó la estadística descriptiva. Los resultados mejores que se obtuvo para la dosis de nivel bajo fueron 24.90 milimhos/cm de CE, 13.92 % de PSI, 0.50% de MO y 7.60 ppm de fósforo. Para el nivel medio fueron 23.75 milimhos/cm de CE, 13.04 % de PSI, 1.26% de MO y 7.50 ppm de fósforo. Finalmente, para la tercera dosis sus resultados fueron 22.64 milimhos/cm de CE (T 3.2), 13.38 % de PSI (T 3.2), 1.3% de MO y 7.75 ppm de fósforo. Se concluyó que el T3 (200%) fue la dosis que presentó resultados mejores con respecto a los demás puesto que obtuvo valores que fueron menores tanto de conductividad eléctrica como del porcentaje de sodio intercambiable, así mismo también presentó valores altos con respecto a los parámetros de potasio y fósforo, corroborándose estos resultados al plantar en cada maceta semillas del *Brassica oleracea*, el cual no llegó a observarse resultado alguno.

Palabras clave: enmienda, óptima, salino sódico, *Brassica oleracea*

Abstract

In the present investigation, the general objective was to determine the optimal dose of amendments based on filter cake and vinasse that should be incorporated for the recovery of soils degraded by sodium saline effect. This research was of an applied type with a quantitative approach and descriptive statistics were used. The best results obtained for the low level dose were 24.90 millimhos/cm EC, 13.92% PSI, 0.50% OM, and 7.60 ppm phosphorus. For the average level they were 23.75 millimhos/cm of CE, 13.04% of PSI, 1.26% of OM and 7.50 ppm of phosphorus. Finally, for the third dose, their results were 22.64 millimeters/cm of CE (T 3.2), 13.38% of PSI (T 3.2), 1.3% of OM and 7.75 ppm of phosphorus. It was concluded that T3 (200%) was the dose that presented better results with respect to the others since it obtained values that were lower both in electrical conductivity and in the percentage of exchangeable sodium, likewise it also presented high values with respect to the parameters of potassium and phosphorus, Corroborating these results by planting *Brassica oleracea* seeds in each pot, which did not observe any results.

Keywords: amendment, optimal, sodium saline, *Brassica oleracea*

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos salinos representan un gran problema para el crecimiento de las plantas y su rendimiento, los suelos salinos poseen características negativas, puesto que estos suelos presentan una concentración alta de sales solubles, como es el cloruro de sodio (NaCl), por tal motivo el suelo también es llamado suelo salino sódico.

La deposición de sal en el suelo es un proceso natural; sin embargo, las actividades antropogénicas como las prácticas agrícolas inadecuadas, el sistema de drenaje deficiente y el manejo ineficiente del agua han acelerado el proceso de salinización. La combinación del aumento de áreas salinizadas y el crecimiento exponencial de la población plantea un gran desafío para garantizar la seguridad alimentaria de los seres humanos (Shankar y Evelin 2019).

Así mismo afirma que los depósitos de sales excesivos destruirán la estructura del suelo al cambiar las propiedades físicas y químicas del terreno. La alta concentración de Sodio (Na) en el suelo, hará que los coloides del mismo floculen y reduzcan la estabilidad. Como resultado, el suelo salino tiene poca permeabilidad al aire, menor conductividad del agua y mayor condensación.

De igual manera (Courel 2019) menciona que los suelos salinos presentan altas cantidades de sales que son más solubles que el yeso, lo cual impide el adecuado crecimiento de los cultivos. Esta salinidad se determina a través de la conductividad eléctrica (CE), además se determina si es salino cuando presenta una $CE > 4$ dS/m a 25°C. Por otro lado, el autor afirma que normalmente se encuentran juntos la salinidad y la sodicidad por lo que son llamados suelos salinos sódicos.

Las características de los suelos salinos son aquellos que poseen una conductividad eléctrica superior a (4 dS/m), el tanto por ciento de sodio (Na) intercambiable es inferior a 15% y generalmente tiene un pH inferior a 8.5. Mientras que los suelos salinos sódicos abarcan cantidades amplias de sales solubles neutras y sodio que puede alterar directamente a las plantas, y que al igual que el suelo salino presenta una conductividad eléctrica superior a (4 dS/m),

con un tanto por ciento de sodio intercambiable mayor que 15% y su pH oscila comúnmente entre 8.5 o inferior, esto se debe a la disposición de sales solubles neutras (Quintanilla 2019). Se considera suelo sódico cuando el PSI (Porcentaje de Sodio de Intercambio) es >15% o la RAS (Relación de Absorción de Sodio) de la solución del suelo es >13% (Courel 2019).

Según (Shankar y Evelin 2019) la deposición de sal en el suelo ocurre por procesos primarios (naturales) o secundarios (antropogénicos). La meteorización de las rocas, la infiltración de agua de mar, las escasas lluvias junto con las altas temperaturas y la deposición atmosférica constituyen los procesos primarios de la deposición de sal. Los procesos secundarios incluyen prácticas de riego inapropiadas, sistema de drenaje deficiente, uso de fertilizantes con altas cantidades de sales y preferencia de plantas anuales frente a plantas perennes que conducen a un aumento en el nivel del agua subterránea salina.

La salinidad es un problema en la agricultura peruana (Tejada 2019) menciona que se evaluó los problemas de drenaje y salinidad en 42 de los 52 valles de la costa de Perú, abordando una superficie de 757,000 ha, donde se encontró que un 34%, presentó problemas de acumulación en diversos grados.

Según (Swallow y O'Sullivan 2019) los suelos afectados por salinidad impiden la asimilación de nutrientes provocando un desequilibrio iónico y estrés osmótico por lo cual no resulta beneficioso cultivar en estas tierras ya que generará una baja producción de los cultivos en un 20%, asimismo disminuye la capacidad de producción de otros 20 a 46 millones de ha. De igual manera, los suelos sódicos no resultan beneficiosos para las plantas porque genera toxicidad, así como también provoca la elevación del pH e impide el metabolismo de estas. Así mismo también reduce la diversidad de la flora y aumenta la erosión del suelo.

Los problemas de salinidad son duraderos y múltiples además están aumentando rápidamente, con un estimado de 0,3 a 1,5 millones de hectáreas de terrenos agrícolas que sucumben a la salinidad por año. Por ellos es importante buscar alternativas para solucionar o disminuir este problema y cabe mencionar que las enmiendas orgánicas son una buena alternativa tanto para la economía, la sociedad y el ambiente puesto a que estas enmiendas no generan efectos

negativos a largo plazo ya que son orgánicas y al emplearlas se evitan el uso de productos químicos, por otra parte estas son económicas ya no se genera gasto para obtenerlas porque son residuos que no se necesitan y que normalmente son desechadas, de igual manera estas enmiendas resultan beneficiosas para la sociedad puesto que podrán recuperar estos suelos salinos y aumentar su producción como su calidad, ya que hoy en día la salinización del suelo es una de las principales limitaciones para la seguridad alimentaria. Por ello nos cuestionamos ¿Cuál será la dosis óptima de enmiendas a base de cachaza y vinaza que se debe aplicar para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico?

La hipótesis planteada en la presente investigación es la siguiente: Existirá una relación entre las dosis de enmiendas a base de cachaza y vinaza que se debe aplicar, y la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico.

De igual modo también se ha planteado el siguiente objetivo general que es: Determinar la dosis óptima de enmiendas a base de cachaza y vinaza que debe incorporarse para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico, así mismo, para el cumplimiento de este, proponemos cuatro objetivos específicos, el primero es analizar el suelo para conocer las condiciones físicas y químicas que presenta, el segundo es determinar la dosis de enmiendas para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico, el tercero es aplicar la dosis de enmiendas para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico, y por último, el cuarto objetivo específico que es evaluar las dosis de enmiendas para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de investigación se han considerado los siguientes:

(Yang et al. 2021), en su trabajo de investigación titulado: Oil salinity regulation of soil microbial carbon metabolic function in the Yellow River Delta, China, planteó como objetivo evaluar el papel de la salinidad del suelo, para regular las emisiones de C y la abundancia microbiana, obteniendo como resultado que la salinidad del suelo se relaciona negativamente con el C del suelo, el contenido de nitrógeno (N), las emisiones de C, el número de copias de genes bacterianos y las abundancias relativas de *Actinobacterias*, *termolofilia*, y *Betaproteobacteria*, pero relacionado positivamente con la relación C / N y la abundancia relativa de *Gammaproteobacteria* y *Halobacterias*.

Asimismo, los aumentos en la salinidad del suelo se correlacionaron con la disminución del metabolismo de los carbohidratos y la abundancia de genes de *glicosiltransferasas* e hidrolasas de glicósido según los datos metagenómicos. Por el contrario, los genes activos enzimáticos de las esterasas de carbohidratos y las actividades auxiliares se relacionaron positivamente con la salinidad del terreno. De modo que concluyeron que la salinidad del terreno tiene efectos significativos sobre las comunidades microbianas y las funciones metabólicas del C del suelo, lo que resulta en un efecto negativo general sobre las emisiones de C del suelo.

(Wang et al. 2021), en su trabajo de investigación titulada: Evolution of soil salinity and the critical ratio of drainage to irrigation (CRDI) in the Weigan Oasis in the Tarim Basin, planteó como objetivo identificar la evolución de la salinidad del suelo bajo riego a largo plazo y determinar el umbral de riego a drenaje con cambio de uso del suelo y profundidad del agua subterránea mediante regresión, balance hídrico y salino y análisis geoestadístico. Se tuvo como resultado que la salinidad del suelo en 0-20 cm de profundidad del suelo ha disminuido un promedio anual de 0.68 g·kg⁻¹. Además, el contenido de sal del suelo generalmente aumenta de adentro hacia afuera de la región y varía de aguas arriba a aguas abajo.

De igual modo el cambio de uso del suelo ha provocado una fuerte reducción de la salinidad en la región, y el proceso de riego y drenaje ha provocado una disminución

de la sal total, por lo que concluye que, en los últimos 30 años, las actividades humanas han convertido grandes áreas de tierras salino alcalinas y pastizales en tierras de cultivo además los cambios en el empleo de la tierra han provocado que el contenido de las sales del terreno disminuye drásticamente en la región de estudio.

(Ke et al. 2021), en su artículo científico titulado: Rainstorm events increase risk of soil salinization in a loess hilly region of China, planteó como objetivo determinar la distribución dinámica de la salinidad del suelo (SS) así como sus efectos sobre el maíz después de eventos de lluvia en dos tipos de tierra producidos por la excavación y la deposición de sedimentos. Obtuvo como resultado que la distribución dinámica de la SS exhibió características similares, incluida la lixiviación, la acumulación rápida y la estabilidad relativa en la capa de suelo de 0 a 40 cm después de las tormentas.

Un punto de inflexión donde la lixiviación y la acumulación de SS alcanzaron un equilibrio en la capa de 0–40 cm ocurrió aproximadamente al cuarto día con los tratamientos sin mantillo plástico y al sexto día con los tratamientos con mantillo plástico. El SS alcanzó una condición relativamente estable en toda la capa de suelo el día 12. Por lo que concluye que el tratamiento con mantillo plástico es el tratamiento óptimo para esta región porque resultó en el SS acumulado más bajo.

(Javier et al. 2021), en su trabajo de investigación titulado: Sustainability of two rice production systems, one under salinity conditions in the yaguachi area and the other under normal conditions in the babahoyo irrigation and drainage system, ecuador. Planteó como objetivo caracterizar los sistemas de producción arroceros; uno en condiciones de salinidad en Yaguachi y otro sin problemas de salinización en el Cantón Babahoyo. Este método se basa en el desarrollo de indicadores económicos, sociales y ecológicos y es adecuado para el sistema arroceros en estudio para determinar el nivel de sostenibilidad. Como resultado en el aspecto ambiental, los indicadores de salinidad se clasifican en niveles de riesgo medio a alto. La utilización de indicadores agroquímicos caracterizados por el empleo extensivo de fertilizantes y plaguicidas es el indicador, el cual tiene mayor impacto negativo en la sostenibilidad especialmente, del sistema arroceros Yaguachi.

En el aspecto económico, un solo indicador del sistema de cultivo que causa una pérdida adicional de ingresos y una falta de diversidad en los productos para la venta y los alimentos tiene un impacto negativo en los dos sistemas de producción de arroz. Desde el punto de vista social, los índices para mejorar la sostenibilidad son la calidad de la vivienda, la complacencia y el vínculo con diferentes integrantes de la población. Los indicadores de Sustentabilidad General para los dos métodos de productividad arroceras en Yaguachi y Babahoyo, anduvieron 1.92 y 2.12, respectivamente.

Por lo que concluye que la utilización de aguas salinas provenientes del río Yaguachi para el riego del cultivo, lo que ocasiona la acumulación de sales en la superficie de dichos suelos. El pH del agua varió de 6.4 a 7.16 y la CE de 2.09 a 3.52 dS/m, clasificada como agua con problemas de sales y que el empleo de enmiendas orgánicas consigue ser provechoso en la utilización de suelos irrigados con aguas salinas, ya que disponen resultados verdaderos sobre el terreno y por sus peculiaridades químicas presentan un buen potencial para la eliminación de la sodicidad.

(Klopp et al. 2019), en su trabajo de investigación titulado: Atterberg limits and shrink/swell capacity of soil as indicators for sodium sensitivity within a gradient of soil exchangeable sodium percentage and salinity, planteó como objetivo determinar si las mediciones relacionadas con la hinchazón del suelo pueden ser una aproximación para determinar la sensibilidad del suelo al sodio intercambiable. Obteniendo como resultado que el límite de líquido, el índice de plasticidad y el coeficiente de extensibilidad lineal aumentaron para los tres suelos después del tratamiento con una concentración de sal de 5 mmol.C dm⁻³ a una ESP de 25 y 50% y 10 mmolC dm⁻³ con un ESP del 50%.

La comparación del límite líquido del tratamiento de baja salinidad al 50% de ESP con una baja salinidad del 0% de ESP reveló la presencia de arcilla esmectita hinchada y la sensibilidad de los suelos a la sodicidad y una medición del suelo para identificar el riesgo de sodicidad del suelo. Por lo que concluye que un aumento en la hinchazón de la arcilla esmectita de sodio intercambiable bloquea

los poros que conducen el agua, lo que reducirá la velocidad de transporte de agua a través del suelo.

(Gharaibeh et al. 2021), en su artículo de investigación titulado: Estimation of exchangeable sodium percentage from sodium adsorption ratio of salt-affected soils using traditional and dilution extracts, saturation percentage, electrical conductivity, and generalized regression neural networks, planteó como objetivo estimar la ESP utilizando cuatro enfoques: (1) SAR de pasta saturada (SAR_e), y SAR de extractos 1: 5 (SAR_{1:5}), (2) un factor de conversión (CF) en función del porcentaje de saturación (θ_{SP}), (3) conductividad eléctrica de extractos 1: 5 (EC_{1:5}) y (4) Redes de regresión generalizada (GRNN). Obteniendo como resultado una reducción del 20% en los HC del suelo cuando SAR_e aumentó de 0 a 3.5 o ESP aumentó de 0 a 6, lo que indica que esta reducción ocurrió a $EC_e < 3 \text{ dS m}^{-1}$ para todos los suelos.

Si bien el enfoque θ_{SP} redujo el efecto de la heterocedasticidad de los datos sobre la capacidad del modelo predictivo, los modelos GRNN pueden predecir con precisión el ESP basado en características del suelo fáciles de obtener. Por lo que concluye que la incorporación del porcentaje de saturación (θ_{SP}) en la estimación de los factores de conversión (CF) mejoró significativamente la predicción de ESP de diferentes texturas de suelo utilizando pasta saturada y extractos diluidos sobre el enfoque tradicional de CF.

(Maradiaga-Rodriguez et al. 2017), en su trabajo de investigación titulado: Effects of vinasse and lithothanmium application on the initial growth of sugar cane (*Saccharum* sp. cv. RB 86-7515) irrigated and not irrigated, planteó como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización orgánica con dosis de litio y vinaza sobre el crecimiento inicial de la caña de azúcar cv. RB 86-7515. El diseño fue del todo al azar en un gráfico factorial (5 x 5 x 2) y se repite 3 veces. Estas plantas se cultivan en recipientes de plástico de 200 L.

El tratamiento corresponde a 5 dosis de granos de destilería (0, 165, 330, 495 y 660 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) y 5 dosis de litio (0, 100, 200, 300 y 400 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) en dos ambientes: riego y sin riego. Los resultados mostraron que los tratamientos realizados tuvieron un impacto importante en los parámetros de desarrollo de los cultivos, es decir, las plantas regadas y fertilizadas con 196 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de óxido de litio y 330 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de

granos de destilería mostraron la mejor tasa de crecimiento en caña de azúcar. Por lo que concluye que el uso de vinaza, litio y riego son opciones viables para ser utilizadas en las etapas del desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.

(Hidalgo et al. 2017) en su trabajo de investigación titulado: Chemical, physical and microbiological characterization of two cuban stillage, planteó como objetivo realizar de las vinazas resultantes de la elaboración de etanol y aguardiente la caracterización química, física y microbiológica a partir de miel final, de dos destilerías cubanas: Héctor Molina y San José. Obteniendo como resultado que la vinaza obtenida de la bodega San José, de acuerdo a sus características microbianas, es muy propicia para el crecimiento de hongos filamentosos, y la proliferación alcanza un valor característico incontable. También tiene un valor de pH ligeramente ácido. El mismo desarrollo contribuye a acidificación y las condiciones anaeróbicas anteriores para la re-migración de metales pesados.

Por otro lado, la bodega Héctor Molina muestra que su conductividad está en el rango de 13,99 mg / l-14,25 mg / l. Además, se cree que el valor de pH de los granos de destilería es ácido. De igual forma, la DBO y la DQO tienen valores altos, lo que indica que la vinaza de destilería es altamente orgánica. Por tanto, concluyó que las bodegas Héctor Molina y San José presentan un comportamiento similar en términos de pH, DBO y DQO. Sus valores de pH son ácidos y los valores de DBO y DQO son altos, lo que indica que las sustancias biodegradables y no biodegradables del residuo son diferentes. En microbiología destaca la proliferación de hongos filamentosos y la presencia de levaduras.

(Senatore 2017), en su trabajo de investigación titulado: Monitoreo de la aplicación de vinaza como fertilizante en caña de azúcar con indicadores microbianos de suelo, planteó como objetivo identificar indicadores para el monitoreo de la aplicación de vinaza al cultivo de caña de azúcar, obteniendo como resultado que durante 2 años seguidos se ha determinado la demasía de bacterias *heterótrofas*, bacterias *amonificantes*, actinomicetos, levaduras y hongos, así como la actividad microbiana medida por respiración. Además, las primeras 4 comunidades están interrelacionadas y relacionadas con el contenido de potasio en el suelo. Concluyó que monitorear el empleo de vinaza destilada ayudaría a

llegar a un acuerdo para optimizar su uso como fertilizante y minimizar su impacto ambiental.

(Bravo et al. 2017), en su trabajo de investigación titulado: Properties of a compost obtained starting from residuals of the production of sugar cane, planteó como objetivo determinar las principales propiedades de un compost elaborado a partir de bagazo, cachaza y ceniza, obtenidos del proceso de fabricación de azúcar. Se obtuvo como resultado: la cachaza: pH (1:5 en agua) = 8,0; C.E. (1:5 S/m)= 0,81; % Fósforo = 0,52; % Potasio= 0,6; % Calcio= 0,9; % Magnesio= 0,7; Densidad Aparente (g m⁻³)= 0,25. De igual forma el Bagazo: pH (1:5 en agua) = 5,2; C.E. (1:5 S/m)= 0,48; % Fósforo = 1,8; % Potasio= 0,9; % Calcio= 0,8; % Magnesio= 0,72; Densidad Aparente (g m⁻³)= 0,12. Así mismo los valores de la Ceniza: pH (1:5 en agua) = 8,7; C.E. (1:5 S/m)= 0,44; % Fósforo = 2,73; % Potasio= 0,5; % Calcio= 0,6; % Magnesio= 0,65; Densidad Aparente (g m³)= 0,48. Por lo que concluyeron que el compost presenta una formación adecuada para ser utilizado como abono orgánico en la agricultura.

(Castro, Loaiza y Vega 2021), en su trabajo de investigación titulado: bioprecipitación Inducida con cachaza de caña de azúcar como mecanismo potenciador para el mejoramiento estructural de bloques de tierra Comprimida, planteó como objetivo aplicar un nutriente producido a partir de la caña de azúcar y la cal para determinar la mejora en su resistencia a los esfuerzos de compresión. Los resultados mostraron que, para la muestra estudiada, la humedad aumentó en un 2% y las tensiones máximas promedio de los nutrientes 3A, 3B y 3C fueron de 68,3, 71,5 y 74,6 kPa, respectivamente.

El mayor esfuerzo logrado en este caso es para el nutriente 3C, al cual le toca la concentración mayor de cachaza, mediante esto se revela que el tema de humedad y la relación de nutrientes en la muestra promueven para que los microorganismos las condiciones ambientales y puedan bioprecipitar el CaCO₃, mejorando así compresión. Por tanto, la tensión máxima es de 74,6 kPa, lo que significa que el aumento de la resistencia a la compresión es un 36,7% superior al control primario y un 16,2% superior al control de cal, por este motivo, la cachaza de azúcar tiene

un efecto reforzante. El mecanismo de precipitación biológica aumenta la resistencia a la compresión de BTC.

(García de la Rosa, 2020), en su trabajo de investigación titulado: Dosis de biofertilizante mineralizado a partir de cachaza y su efecto en el rendimiento de caña de azúcar (*saccharum* spp híbrido) en ciclo planta, en central el potrero, planteó como objetivo evaluar el efecto de la fertilización mineral y orgánica (Biofertilizante derivado de cachaza) en ciclo planta de caña de azúcar (*Saccharum* spp-híbrido) cultivar CP 72-2086, en las características agroindustriales y costo del paquete tecnológico. Se evaluaron siete tratamientos con cuatro repeticiones y se redujeron bajo un plan de bloques al azar. T1 Sin fertilización (testigo absoluto), T2 solo con fertilización química, T3, T4 y T5 con biofertilizante y fertilizante químico, (500, 1000, 1500 y 300, 200, 100 kg de 20-10 10 más elementos menores respectivamente) T6 2000 kg de biofertilizante y T7 5 ton de composta y 400 kg de 20-05-25.

Obteniendo como resultado que los tratamientos con dosis altas de fertilizantes minerales y orgánicos no presentaron los mejores crecimientos en campo, ni en las variables de laboratorio, por lo que la aplicación de grandes dosis de fertilización no necesariamente se ven reflejada en el crecimiento de las plantas. El tratamiento 4 con dosis medias de fertilización presentó los mejores efectos en la mayor parte de las variables de campo, así también, en las variables industriales sobresale en el incremento obtenido en sacarosa, grados brix y pureza, lo cual coincide con la pérdida de humedad y reductores en el aumento de fibra, lo anterior lo podemos documentar mediante la determinación del índice de madurez la cual bajo este estudio indica que el cultivar CP 72–2086 tiene un valor cercano al cero, lo que significa su estado de madurez comercial.

Por lo que concluye que El grupo de tratamientos con biofertilizante obtuvieron las mejores ganancias económicas y dentro de ellos el T4 fue obtuvo 69 % más ganancias en comparación con el testigo (T1 sin fertilizante).

(Gálvez Torres et al. 2019), en su trabajo de investigación titulado: Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.), planteó como objetivo aprovechar los

residuos orgánicos derivados de la caña de azúcar como bagazo y vinaza. Obteniendo como resultado que de los cinco tratamientos (0 para T1, 10 para T2, 15, T3 para 15, T4 para 20 y T5 para 25 gramos) dieron como resultado un excelente rendimiento de T4, 15,39 toneladas/ha, peso por planta. 44,66 gramos, longitud de la planta 25,16 cm, diámetro ecuatorial 3,60 cm, diámetro del tallo 4,80 cm, longitud de la raíz 10,35 cm.

En el análisis químico, T1 se destaca con 110 de hierro; T1 contiene 89 de zinc; T5 contiene 61 de cobre y T4 contiene 67 partes por millón de boro. Por ejemplo, T2 contiene 6,86 de nitrógeno; T1 contiene 0,68 de fósforo; T2 contiene 5,51 de potasio; T1 contiene 5,11 de calcio; T2 contiene 0,5 de magnesio y T2 contiene 1,06 % de (Na). De esto concluyeron que, de cada tratamiento, establecieron que T4 contiene 20 gramos. Y T5 25 gramos. Cada planta de compostaje tiene mediciones de concentraciones de macro y oligoelementos adecuadas para obtener altos rendimientos y calidad de rábano.

(Torres-lozada et al. 2021), en su trabajo de investigación titulado: Evaluation of Nitrogen Mineralization in an Acid Soil with Inorganic and Organic Fertilization, planteó como objetivo evaluar el efecto de la fertilización con enmiendas orgánicas (EO) utilizando un compost de desechos biológicos de principio municipal (BOM) mezclado con torta de filtración sobre la mineralización de nitrógeno en suelos ácidos. Obtenido al evaluar 6 métodos (tres controles: T1:100% suelo; T2: 100 % EO; T3: 100 % urea-fertilización inorgánica: F) y aplicar los modelos de mineralización lineal de Stanford, Smith y Broadbent. El índice polinomial encontró que T4 permite el aporte de N-mineralización (12,546.39 mg / kg), lo cual está muy cerca de los resultados obtenidos por fertilización inorgánica (T3: 13,931.05 mg / kg); Broadbent ($R^2 > 0.98$) y The Linear ($R^2 > 0.90$) El modelo ha alcanzado la mejor configuración.

(Grandez 2017), en su trabajo de investigación titulado: producción de fertilizante orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas, se fijó como objetivos producir fertilizantes orgánicos a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelo agrícola en Pucalá industrial. El resultado del análisis de la cachaza orgánica es pH: 7.80; conductividad 2,92 mmhos / cm; materia orgánica

35,70%; fósforo 3,12%; potasio 0,73%; calcio 2,03%; 43% de humedad y 14.08% de relación C / N, si es posible Se usa en suelo agrícola.

(Zalibekov 2018), en su trabajo de investigación titulado: Regularities of the Formation of Production Resources on Saline Soils of the Terek-Kuma Lowland, planteó como objetivo conocer las regularidades de la formación de recursos productivos sobre suelos salinos de las tierras bajas de Terek-Kuma. Obteniendo como resultado que el vínculo genético de los recursos productivos con los ciclos de migración de sal y humectación indica la presencia de reservas inexploradas que pueden aumentar la tasa de acumulación de biomasa total.

Al mismo tiempo, se revelaron los siguientes vínculos generales entre la síntesis de recursos productivos y los ciclos de migración de las acumulaciones de sal: la discontinuidad del período favorable para la formación de recursos productivos durante el período estival con altas temperaturas y una aguda deficiencia de humedad; intervalos de tiempo con temperaturas invernales relativamente bajas, heladas inestables y condiciones climáticas húmedas variables.

Además, la proporción de sales migratorias que contribuyen a la desalinización de la capa y la creación de condiciones para la formación de recursos productivos es 14,6% en variedades ligeramente salinas y 22% en variedades muy salinas. Por lo que concluye que la proporción de sales migratorias que contribuyen a la desalinización de la capa y la creación de condiciones para la formación de recursos productivos es 14,6% en variedades ligeramente salinas y 22% en variedades muy salinas.

(Xu et al. 2018), en su trabajo de investigación titulado: Low-Cd tomato cultivars (*Solanum lycopersicum* L.) screened in non-saline soils also accumulated low Cd, Zn, and Cu in heavy metal-polluted saline soils, planteó como objetivo determinar si los cultivares de tomate con bajo contenido de Cd mantendrán la repetibilidad y la estabilidad en suelos salinos y si tienen una baja capacidad de acumulación de metales acompañantes (como Zn y Cu). Obteniendo como resultados que el tipo cereza acumuló más Cd, Zn y Cu que el tipo común. Los cultivares bajos en Cd de ambos tipos en suelo salino acumularon bajas concentraciones de Cd, Zn y Cu en

frutos. La baja acumulación de HM en frutos se atribuye en parte a una baja raíz / brote (R / S) relación de biomasa.

Se disolvieron bajas cantidades de HM del suelo debido al bajo nivel de compuestos orgánicos de la rizosfera, lo que posiblemente disminuyó la absorción de HM por las raíces. Los cultivares con bajo contenido de Cd de ambos tipos de tomate tenían una mayor capacidad para retener HM en las raíces que sus cultivares con alto contenido de Cd.

Por lo que concluye que los cultivares con bajo contenido de Cd de los tipos de tomate cherry y común seleccionados de suelo no salino mostraron una baja capacidad de acumulación de Cd, Zn y Cu en las frutas cuando se cultivaron en suelo salino de marea recuperado contaminado con HM. Los tomates de tipo cereza exhibieron mayores riesgos para la salud en comparación con los tomates de tipo común. El hallazgo sugiere que se debe evitar el cultivo de tomates cherry en suelo salino contaminado con metales pesados (HM).

(Khalilova et al. 2017), en su trabajo de investigación titulado: extremophilic microbial communities of saline soils and their diversity in the regions of the caspian depression, planteó como objetivo es evaluar la diversidad de especies microbianas extremófilas de suelos salinos en el marco de un estudio integral de la diversidad biológica de ecosistemas de tierras áridas. Obteniendo como resultado que la salinidad del suelo (concentración de sal superior al 2% de residuo seco) tiene una influencia negativa en el número de bacterias halófilas. Además, en la población microbiana de suelos salinos y halófitos en las regiones áridas hay más de 40 especies y formas de bacterias.

Se encontró que, en una amplia variedad de microorganismos del suelo, las bacterias del género *Bacilo* y *Salimicrobium* son los principales componentes de las comunidades microbianas halófilas de los suelos salinos de Terek – Kuma Lowland que brindan estabilidad y funcionamiento al ecosistema. Por lo que concluye que la determinación de las funciones de las comunidades microbianas extremófilas es un índice representativo de la estructura taxonómica de los complejos microbianos, que está estrechamente relacionada con el tipo de ecosistema.

(Quintanilla 2019) en su trabajo de investigación titulada: Aplicación de residuos de la industria azucarera para la remediación de un suelo salino-sódico de costa central, planteó como objetivo evaluar la factibilidad de utilizar dos residuos orgánicos (cachaza y granos de destilería) y suspensión de yeso de la industria azucarera casera para modificar el suelo salino-sódico de Paramona en la costa central del Perú. Como resultado, en la densidad aparente, se encontró que la corrección tenía un valor p altamente significativo de 0.003, con el valor más bajo reportado para la vinaza (1.27 g.cm⁻³). En la conductividad hidráulica saturada (Ks), encontró que el principal efecto de corrección fue el valor p <0.001, y solo la torta de filtración reportó el valor más alto (Ks) (1.92 cm h⁻¹).

Además, en conductividad eléctrica (CE), la corrección tiene un efecto muy significativo valor p <0,001, la cachaza fue el valor más elevado (16.45 dS m⁻¹). En la relación de adsorción de sodio (RAS) las enmiendas fueron significativas sobre RAS (p-valor <0.001), donde la cachaza presentó el valor más alto (30.28). En el Cloruro la enmienda fue altamente significativa (p-valor < 0.001), solo el tratamiento con cachaza obtuvo mayores concentraciones (1.90 meq L⁻¹).

En el sulfato la enmienda obtuvo el efecto más significativo (p-valor <0.001). Por lo que concluye que la aplicación de enmiendas reduce la densidad aparente del suelo y aumenta la densidad de (K) y magnesio. La cachaza puede reducir la desalinización en el proceso de lavado y se puede utilizar en suelos salinos para evitar la acumulación de sales.

(Acosta y Bustamante 2020) en su trabajo de investigación titulada: caracterización de microorganismos oxidantes del azufre y su potencial para la recuperación de suelo sódico con la aplicación de azufre, plantearon como objetivo determinar las características de los microorganismos oxidantes y su potencial en la recuperación de suelo salino-sódico con la aplicación de azufre. Obtuvieron como resultado que el suelo salino-sódico presentó 580 cultivos de bacterias y 7 de hongos filamentosos, donde el 71,9% (422) se aisló del suelo y el 28,1% (165) del suelo radicular de malezas. El 66,7% (92) de las bacterias oxidantes del azufre fueron Gram positivas y 33,3% (46) Gram negativas.

Las Gram positivas presentaron formas de cocos (55,7%), bacilos (5,8%) y filamentos ramificados (5,1%). Las bacterias Gram negativas corresponden a 6,5% de cocos y 26,8% de bacilos. Todos los suelos S-S incluyendo a los testigos, en la CE alcanzaron una disminución del 87% en el tratamiento con azufre; mientras que sin azufre fue de 89,54%. Con el uso del azufre la CE fue de (15,42 a 16,26 dSm), con (*paracoccus sp. 305- burkholderia sp. 454*), en comparación con el testigo (20,54 dSm). Por lo que concluyeron que las bacterias con mayor capacidad de oxidante de azufre fueron identificadas como *Paracoccus sp. 305* y *Brukholderia sp. 454*, estos demostraron que tienen la capacidad de recuperar suelos salino-sódico con y sin la aplicación de azufre.

(Bernabé y Tesen 2020) en su trabajo de investigación titulada: eficiencia de fitorremediación del almajo salado “*salicornia fruticosa*” para recuperar suelos salinos del sector baldera – distrito de San José, Lambayeque, 2018, plantearon como objetivo evaluar la eficiencia fitorremediadora del Almajo Salado en los terrenos salinos del Sector Baldera, San José. Obtuvo como resultado que los parámetros fisicoquímicos de las muestras con tratamiento y sin tratamiento, hubo una disminución en la conductividad eléctrica del suelo (mS/cm), en cuanto al pH hubo un aumento en la alcalinidad, se podría determinar que se debió al riego con agua de pH 7.31, la sustancia orgánica como también los macronutrientes (N,P,K), hubo un aumento en su tanto por ciento, que puede deberse a la especie utilizada (*Salicornia Fruticosa*), porque ayuda a incrementar la disposición sustanciosa y el acopio de (C) en el terreno.

En (CE), casi se reduce en un 50 % después del tratamiento, un 27 % y un 41,5 % sin tratamiento; debido a varios factores (riego de plantas), el valor del pH ha aumentado, siendo el tratamiento de 8,53 y sin tratamiento de 7,8; orgánico aumento porcentual de materia (OM) por el tratamiento de un 1.02 % y sin tratamiento 0.86 %; el nitrógeno (N) con tratamiento fue de 0.062 % y sin fue 0.056 %; el fosforo (P) con tratamiento fue de 2.9 ppm y sin fue 2.6 ppm.

Finalmente, el potasio (K) con tratamiento fue de 906 ppm y sin fue de 102 ppm Por lo que concluyó que hubo una disminución en algunas muestras, pero en otros casos, el parámetro de (CE) está entre (3.36 mS / cm) - (27.80 mS / cm); el valor

de pH varía entre 8.17 hasta 8.55; en (MO), varía entre 1.02% -2.18%; en N, es está entre 0.042% y 0.112%; en P, está entre 2.2 ppm y 4.2 ppm; finalmente K está entre 390 pmm y 942 pmm.

(Bhambure y Kerkar 2018) en su trabajo de investigación titulada: salt tolerant bacterial inoculants as promoters of rice growth and microbial activity in coastal saline soil, plantearon como objetivo estudiar los efectos de los microorganismos tolerantes a la sal y la suplementación orgánica sobre el desarrollo de la planta de arroz y las características químicas biológicas en suelos salinos costeros en condiciones de maceta. Obtuvieron como resultado que la aplicación de los inoculantes y abono orgánico sobre el suelo, se encontró que la diferencia en el pH del suelo y la CE durante el tratamiento fue insignificante ($p < 0,05$). La CE del suelo al momento de la cosecha en todos los tratamientos osciló entre 0,25 y 0,7 dS m⁻¹. La aplicación de los inoculantes microbianos logró una mejora significativa en el crecimiento de la planta de arroz ($p < 0,05$).

Los parámetros mejoraron con la aplicación de la enmienda orgánica en combinación con *Bacilo*, provocó un aumento del 37,6, 82,4 y 63 % en la raíz. Por lo tanto, concluyeron que la aplicación de microorganismos tolerantes a la salinidad en combinación con estiércol puede mejorar significativamente en el crecimiento de la planta de arroz, las propiedades químicas del suelo y la actividad biológica.

(Casas y Galvan 2019) en su trabajo de investigación titulada: eficiencia de las enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos salinos en el distrito de San Vicente De Cañete – Lima, plantearon como objetivo Evaluar la efectividad de los aditivos orgánicos en la reducción de la (S) (CE, pH, CIC, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, P, K, MO y CaCO₃) de terreno agrícolas en el San Vicente de Cañete-Cal. El resultado es que el efecto de los aditivos orgánicos muestra que la aplicación de 75% más 25% de guano y humus tendrá una CE menor, que suele ser la CE estándar.

La mezcla de las enmiendas permitió que un suelo tenga un pH normal (6.5-7.5). La concentración de materia orgánica dio positivamente alcanzando a un 8.92%, el nivel de (P) obtuvo valores más altos a 176 ppm, el (CaCO₃) aumentó (>1,8%), se obtuvo un mayor (CIC) a 28 cmol/kg, el nivel de calcio se elevó a 18 Cmol/kg, en

cuanto a la variación de magnesio se elevó parámetros mayores a 3,8 Cmol/kg, los niveles de (Na) disminuyeron a 0.16 Cmol/kg, la aplicación de las enmiendas permitieron alcanzar mayores niveles de (K) 7.5 Cmol/kg, el PSI alcanzó niveles menores de 0,6%. Por lo que concluyeron que hacer un tratamiento a suelos salinos aplicando enmiendas orgánicas al 100%, se obtendrá una eficiencia de un 60% en cada parámetro.

(Guevara Ordoñez 2021) en su trabajo de investigación titulado: aislamiento e Identificación de Bacterias Halófilas Para la Biorremediación de Suelos Salinos, plantearon como objetivo determinar el potencial biorremediador in vitro de las bacterias halófilas en los suelos salinos de Lambayeque. Obtuvieron como resultado que, consiguieron el aislamiento de 114 cultivos en donde predominó el *Bacilluas spp*, los cuales fueron aptos para tolerar la salinidad y contribuir al desarrollo de las plantas, estos fueron aplicados en un suelo que presentó una concentración de sal de 5% y 10%.

De modo que evidenciaron que los microorganismos se aislaron en campos salinos que fueron usados en la siembra de arroz, además la caracterización bioquímica realizada indicó que la variedad de *bacillus* estuvieron presentes en el suelo, el cual presentó una concentración de sal de 4 a 8 dSm-1. Por lo que concluyeron que la especie que presenta un potencial superior como biorremediador se identificó al *bacillus brevis* con un resultado de 37% haciéndole frente a los demás.

(Lope 2021) en su trabajo de investigación titulado: rehabilitación de suelos salinos - sódicos con enmiendas orgánica, inorgánica y práctica hidrotécnica para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en invernadero. Planteó como objetivo restablecer terrenos salinos sódicos a través de la utilización de yeso agrícola, excretas de ovino y método hidrotecnica para la cultivación de quinua. Obtuvo como resultado que la eficiencia de los parámetros (pH, Na, Ca y CIC) presentaron desigualdades significativas ($p \leq 0.01$), ambos suelos utilizados para el proceso de experimentación tuvieron eficacias diferentes, se debió a que sus características no fueron iguales, no obstante, en cuanto a la eficacia de la CE y D, no presentaron desigualdad relevante ($p \geq 0.05$), ambos suelos presentaron características estadísticamente similares.

En cuanto a la aplicación de las enmiendas el rendimiento del pH, Na, Ca, CIC y D hubo estadísticas con mucha significancia ($p \leq 0.01$), de este modo se evidenció que hubo influencias de al menos una de las enmiendas aplicadas, en la CE no presentó desigualdad relevante ($p \geq 0.05$), mediante estos resultados ayudó a darse cuenta que las enmiendas no intervinieron sobre la CE y estadísticamente la eficacia fue semejante en los demás tratamientos. Por lo que concluyó que la mejor efectividad en cuanto a la restauración de los suelos salinos fue dada mediante la práctica hidrométrica, donde el suelo de Juli presentó una CE de 13.40 mmhos/cm y el suelo de Tiquillaca presentó una CE de 8.75, la eficiencia para reducir las concentraciones de sodio no se consiguió en su totalidad, la más alta reducción fue alcanzada con la dosis del yeso agrícola con un 16.63%.

(Vargas y Viera 2019) en su trabajo de investigación titulado: recuperación de suelos salinos mediante el vermicompost y las bacterias halófilas, en el distrito de San Bartolo, 2019. Plantearon como objetivo recuperar suelos salinos mediante el vermicompost y bacterias halófilas. Obtuvieron como resultado, que el compost de lombriz presentó una CE por debajo a (1dS/m), en cuanto a su pH fue neutro con 7.3 y el (N-K) estuvo por debajo de 2% y el (P) menor a 1%. Por otro lado, fueron escogidas 4 colonias de bacterias, en donde el primer tratamiento con 6 repeticiones presentó una reducción en la salinidad en un 55% con una CE de 8.344 dS/m, en el tratamiento 2 del muestreo hubo una reducción en la salinidad en un 70% con una CE 4.448 dS/m.

Al finalizar los tratamientos hubo una gran disminución en el T2 con un 87%, así mismo, el suelo presentó un suelo franco arenoso y con una permeabilidad moderada, en cuanto a los micronutrientes se obtuvo en más presencia en el tratamiento 9. Presentó una temperatura de (22.589 – 23.723 °C), presentó un incremento en el pH para los Tratamientos 4, 7, 8 y 9. Siendo el T6 que bajó progresivamente, en la CE hubo una reducción en el T9 con un 2.881 dS/m siendo este el más efectivo. Por lo que concluyeron que al implementar los tratamientos alcanzaron reducir la salinidad en un 87.94%, lo que mejoró la calidad del suelo.

(Alcivar 2018) en su trabajo de investigación titulado: reclamation of saline-sodic soil with combined amendments: impact on quinoa performance and biological soil

quality. Plantearon como objetivo estudiar los efectos de la aplicación combinada de yeso, biocarbón y sustancias húmicas sobre las propiedades químicas y biológicas de un suelo salino-sódico y el comportamiento de dos genotipos de quínoa (maduración temprana e intermedia). Obtuvieron como resultado, que hubo un incremento de 413% con en tratamiento de bicarbonato + sustancias húmicas en el genotipo de quinua (AZ-51), así mismo, la aplicación en conjunta de (bicarbonato + yeso; sustancias húmicas y bicarbonato + bicarbonato + sustancias húmicas + yeso), se incrementó la BR en un 57; 73 y 93% en paralelo con el genotipo (AZ-103), por otro lado, la aplicación de (sustancias húmicas + yeso; bicarbonato; bicarbonato + S húmicas + yeso), incrementaron gradualmente el tamaño de la raíz en (51;76;106%) respecto al genotipo de quinua (AZ-51) relacionado con el de control.

Así mismo, en el mismo indicador del genotipo (AZ-103) presentó un aumento en el (bicarbonato; bicarbonato + yeso; tratamientos bicarbonatos + sustancias húmicas), respectivamente a la del testigo. Concluyendo que la mejor mezcla fue la de bicarbón (B) + s-húmicas (HS) + yeso (G) fomentó los incrementos de la BR en los dos genotipos de quinua que fueron usadas. Así mismo, incrementaron en el índice de clorofila y en la productividad de semillas de la quinua del suelo tratado, en paralelo al genotipo (AZ-103); en cambio, los mismos indicadores en el genotipo (AZ-51) se incrementaron con diferentes métodos. Por último, el genotipo (AZ-51) duplicó su producción de semillas al momento de ser tratado con (yeso; s-húmicas + yeso); de igual manera, el genotipo (AZ-103) mostró aumentos semejantes.

(Paico y Surco 2019) en su trabajo de investigación titulado: fitorremediación con cultivos de armuelle (*atriplex hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, cañete, 2019. Plantearon como objetivo, evaluar el efecto de la fitorremediación con cultivos de armuelle (*atriplex hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la rehabilitación de suelos salinos de la provincia de Cañete. Obtuvieron como resultados, que en el grupo de tratamiento y de control (Vermicompost + MOBs) el Grupo de T mostró un pH inferior (6,66 a 6,69) al del control (6.9 - 8.25).

La materia orgánica demostró una descomposición más rápida en los (15 a 20) días del tratamiento, después un ligero aumento en el suelo tratado con E.O. con un valor mayor de 11.89. Así mismo, la CE disminuyó en las parcelas del tratamiento. No obstante, la disminución más alta se obtuvo durante el tratamiento y las 3 concentraciones (C1-3.59 dS/m), (C2-8.40 dS/m), (C3-22.87 dS/m) correspondientes. La extracción del Sodio (Na⁺) en el suelo tratado fue superior la extracción del procedimiento en el grupo de control 0 fue (95.11 %) y la más baja en el procedimiento del grupo de control 4 fue (7.91 %). Concluyeron que el uso de humus y los microorganismos eficientes, son fuentes potenciales para la recuperación de sus propiedades del suelo, disminuyendo su PSI en los treinta días al iniciar el tratamiento.

(Nisha et al. 2018) en su trabajo de investigación titulado: bioremediation of salt affected soils using cyanobacteria in terms of physical structure, nutrient status and microbial activity. Plantearon como objetivo, aislar cepas autóctonas de cianobacterias y explorar su potencialidad en la recuperación de las características físicas, químicas y microbianas del suelo, así como el crecimiento de los cultivos de mijo perla y trigo bajo una disponibilidad de agua. Obtuvieron como resultado, que el uso de las cianobacterias mejoró el carbono, nitrógeno, entre otros nutrientes, así mismo, las cianobacterias autótrofas fabrican materia orgánica en el suelo, incrementando el carbono orgánico. La muestra del suelo salino presentó una conductividad eléctrica alta 13,5 dS/m y un carbono orgánico total bajo; la retención del agua ($34,7 \pm 0,9$), conductividad hidráulica (0,91 cm/h), densidad aparente (1,1 g/cm) fue moderada, así mismo presentaba un suelo franco arenoso.

En el tratamiento con biofertilizantes durante el cultivo de mijo perla incrementó el carbono orgánico total (TOC) en un 32-36%; por otro lado, durante el cultivo del trigo disminuyó el (TOC) del suelo; es así que la (BF) presentó un (TOC) más alto 12%; por otro lado, el tratamiento con (BF) incrementó (TKN) del suelo, donde fue más prominente en el cultivo del trigo, así mismo aumentó significativamente en un 7-16% por biofertilizantes durante la cosecha de mijo perla, así mismo el efecto del uso de biofertilizantes sobre el fósforo disponible mostró un aumento del 17% en los primeros noventa días en la cosecha del mijo perla. Así mismo estos suelos modificados favorecieron a la fijación del nitrógeno en un 22 – 60%.

Concluyeron que el uso de cepas autóctonas de cianobacterias, demostraron tener una gran efectividad en la mejora biológica en los suelos afectados por sales, así mismo las cepas de cianobacterias autóctonas *osmotolerantes* y *halotolerantes*, mostraron una gran tolerancia y adaptación, ayudando a agregar materia orgánica, reduciendo la erosión y la estabilidad de la estructura.

(Delgado y Robalino 2017) en su trabajo de investigación titulado: emplear (in vitro) de consorcio de microorganismo y azolla caroliniana para rehabilitación de suelos salinos en pruebas del sitio Correaguamanibí. Plantearon como objetivo, aplicar organismos vivos y azolla caroliniana con la finalidad de remediar suelos salinos. Obtuvieron como resultados que, la CE inicial fue de un valor de 50,37 dS/m, un pH de 8.20 y un PSI de 18.41 %. Después de 8 días de haber iniciado con el tratamiento, la CE presentó valores menores de 46 – 50,24 dS/m, en el día 16 la disminución fue mayor en donde presentó valores entre 30,64 a 38,16 dS/m, de esta manera los T1, T3 y T5 presentaron mejores resultados en dicho parámetro.

El parámetro del pH presentó diferentes niveles en todos los tratamientos, en el día 8 el T2 presentó un pH de 7,44, menciona se debió a las condiciones del ensayo. Es así que el T1 presentó una eficiencia de un 58,04 %, seguido del T3 que presentó una eficiencia de 57,73 %; en el T5 también hubo una eficiencia por parte de los microorganismos, por lo que estos facilitaron el aporte de nutrientes en el suelo. Concluyendo que, de acuerdo a los análisis realizados se obtuvo que la salinidad presente fue muy alta ya que la CE fue de 50,37 % dS/m, lo cual fue causado por las aguas de drenaje subterráneo, asimismo, el tratamiento más efectivo fue el T1 con un valor de 57,79 %.

(Ramos 2021) en su trabajo de investigación titulado: condiciones de salinidad y recuperación de los suelos salinos en un área representativa de la zona de Cayaltí, Zaña-Lambayeque. Planteó como objetivo, establecer las condiciones de salinidad y recuperación de suelos salinos en un área representativa de la zona de Cayaltí, en el valle de Zaña, Lambayeque. Obtuvieron como resultado, que los parámetros tanto del pH y la CE mostraron valores elevados de salinidad, de acuerdo a las 4 calicatas a diferentes profundidades, donde las calicatas 1,2 y 4 mostraron valores mayores de salinidad a menor profundidad, con valores de 15,30; 14,10; 14,00

dS/m, y a mayor profundidad presentaron valores más bajos, que variaron entre 1,98 hasta 0,91 dS/m.

Así mismo, para la recuperación se empleó láminas de agua, en la cual se observó que, al inicio, la presencia de salinidad estuvo entre (15,2 a 6,98) dS/m, a través de diez centímetros de agua disminuyó a (13,41 – 5,69) dS/m, mediante veinte centímetros de agua se redujo a (9,46 – 5,12) dS/m; mediante treinta centímetros de agua se dedujo a (5,89 – 1,98) dS/m; y con cuarenta centímetros de agua se redujo entre (2,54 – 1,58) dS/m. Concluyó que, el lugar donde se realizó el estudio presentó un alto grado de salinidad, de manera que se utilizó un plan para lavar las sales a fin de restaurarlo, encontrándose que el uso de cuarenta centímetros de láminas de agua, obtuvo una mayor eficiencia la cual disminuyó de (3.56) hasta (0.98) dS/m.

(Hurtado 2020) en su trabajo de investigación titulado: eficiencia de biorrecuperación a través de enmienda orgánica incorporada en el suelo salino de la ladera del establo (agropecuaria villa asís S.R.L comunidad autogestionaria Huaycán – Ate Vitarte). Planteó como objetivo, establecer la capacidad de restauración con enmienda orgánica agregada al suelo salino. Obtuvieron como resultados que, a través de 8 maceteros y tres tratamientos de (16 %, 20 %, 24 %) más el testigo, la singularidad biológica y química que presentó el suelo extraído fue de un pH que presentó un valor de 7.52, una CE de 10,15 dS/m y un PSI de 8.94%, siendo un suelo salino.

El parámetro del pH a través de los tratamientos, no presentó diferencia importante de modo que la hipótesis fue nula por lo que existió semejanza de pH. En cuanto a la CE, sólo el tratamiento T1 presentó una reducción superior en comparación a las otras (T2, T3), con un valor de 7.4 dS/m. En cuanto al PSI, presentó parámetros iguales que el Ph por lo que no presentó diferencia importante, de modo que también la hipótesis fue nula. Concluyó que, las enmiendas incorporadas presentaron eficiencia de remediación en casi todos los parámetros (MO, BM, COS, RM), respecto al parámetro de la CE y el PSI.

(Yang et al. 2018) en su trabajo de investigación titulado: assessment of organic amendments for improving coastal saline soil. Planteó como objetivo, comparar y

evaluar los efectos de las cinco enmiendas orgánicas en la aplicación de diferentes dosis sobre el potencial de recuperación del suelo salino costero. Obtuvieron como resultado, a través de su experimento utilizando macetas de plástico, donde se hizo una mezcla del suelo más las enmiendas (estiércol de ganado, estiércol de cerdo, estiércol de pollo, biochar y harina de colza), a concentraciones de (50,30 y 20), a través de la aplicación de estas enmiendas (libre del biochar) se redujo de manera rigurosa el pH luego de la incubación por 30 días; así mismo, de todas las enmiendas usadas, la harina de colza tuvo un mayor impacto en la disminución del pH en un 14,8%, 11,5% y 10,5%.

De igual modo, en la experimentación de la incubación, hubo un incremento significativo en la materia orgánica del suelo a través del tratamiento de las 5 enmiendas aumentando de 1,69 - 2,15 a una dosis de 20 g kg⁻¹, el incremento más notorio fue con la aplicación de harina de colza. La aplicación del estiércol de pollo tuvo una mayor reducción de sodio (N) que las demás enmiendas, la aplicación de las 5 enmiendas aumentó la concentración de potasio (K), pero la que presentó mayor efectividad fue el estiércol de pollo, harina de colza y biochar, así mismo el estiércol de pollo incrementó la concentración del Mg².

Por otro lado, la aplicación de estas enmiendas incrementó la concentración de Ca², donde el incremento más notorio fue con la aplicación de estiércol de pollo, ganado y harina de colza. Concluyeron que la aplicación de las 5 enmiendas orgánicas fue eficaz en la remediación del suelo salino; así mismo, los resultados que obtuvieron logrando una disminución del pH, aumentaron la materia orgánica, así mismo mejoraron los nutrientes del suelo.

(Castellón y Andrade 2020) en su trabajo de investigación titulado: enmiendas orgánicas para la recuperación de suelos salino-sódicos del valle alto de Cochabamba. Plantearon como objetivo, realizar una estimación de las secuelas al aplicar 4 enmiendas orgánicas como: turba, biocarbon, estiércol, gallinaza, sobre las variables químicas (CE, PSI y pH) de un suelo con presencia de salinidad y sodicidad. Obtuvieron como resultados, que las enmiendas que presentó mejor disminución de magnitudes parecidas sobre el parámetro del pH fueron la gallinaza,

turba y estiércol, por otro lado, el tratamiento donde se aplicó el bio-carbón hizo que el pH se incrementara a alcalino (9.66 – 9.75).

Por otra parte, para el parámetro del PSI inicial el cual fue de 68.06%, la enmienda que presentó una mejor reducción fue la gallinaza obteniendo un valor de 48%, consecutivo por las enmiendas de bio-carbón y estiércol. En cuanto a los otros parámetros químicos, la enmienda de la gallinaza presentó más aporte de Ca, asimismo, trasladó el Na y ayudó en la reducción del PSI. Concluyeron que, las enmiendas que utilizaron para los tratamientos, redujeron tanto la CE y el PSI del suelo.

(Andrade et al. 2020) en su trabajo de investigación titulado: yeso agrícola y azufre para la remediación de un suelo salino-sódico del Valle Alto de Cochabamba. Planteó como objetivo, evaluar con fines de remediación, el efecto de la aplicación de enmiendas químicas (yeso agrícola y azufre), sobre el PSI, CE y pH de un suelo salino-sódico del Valle Alto, en macetas con lixiviación. Obtuvieron como resultado, que se redujo en más de 30 % en el PSI inicial, siendo el yeso agrícola con respecto al azufre y al control, el que tuvo un mejor impacto.

Además, tanto el uso del yeso, azufre como el lavado, se disminuyó en un 50 % a más en la conductividad eléctrica del suelo, probablemente se debió al efecto de autolavado, donde se lixiviaron las sales solubles y el sodio. El yeso agrícola y el azufre, presentaron una mayor reducción del pH del suelo en igual magnitud. Concluyó que, el uso de enmiendas químicas más el lavado, fueron alternativas efectivas que mejoraron las condiciones salinas y sódicas del suelo. En cambio, la disminución en PSI, CE y pH, no consiguieron el objetivo de la referencia de clasificación.

Los suelos sódicos presentan una concentración alta de sales solubles, por lo general la sal dominante es el cloruro de sodio (NaCl), por tal motivo el suelo también es llamado suelo salino sódico. La deposición de sal en el suelo ocurre por procesos primarios (naturales) o secundarios (antropogénicos). La meteorización de las rocas, la infiltración de agua de mar, las escasas lluvias junto con las altas temperaturas y la deposición atmosférica constituyen los procesos primarios de la deposición de sal. Los procesos secundarios incluyen prácticas de riego

inapropiados, sistema de drenaje deficiente y preferencia de plantas anuales frente a plantas perennes que conducen a un aumento en el nivel del agua subterránea salina.

Así mismo los parámetros que indican que un suelo es salino sódico es cuando su CE >4, el PSI es >15, su pH <8.5 y RAS >12, los cuales afectan a las plantas, por ejemplo, la salinidad ocasiona dificultad en la adsorción de agua, un menor crecimiento de la planta, genera poca permeabilidad, muerte prematura de las hojas e incluso de la planta antes de completar su ciclo. Por otra parte, la sodicidad genera falta de porosidad, incrementa el pH del suelo, hay un movimiento lento del agua, así como también dificulta la asimilación de nutrientes, aumenta la erosión del suelo (Shankar y Evelin 2019).

Las enmiendas orgánicas se utilizan con la finalidad de restablecer el carácter tanto microbiológicas, físicas y biológicas de los suelos, aumentando así los micro y macro nutrientes que necesitan las plantas para aumentar el rendimiento. Poseen la capacidad de aumentar la cantidad de agua disponible hacia las plantas, minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, restaurar el suelo degradado, reducir el desgaste, retener metales pesados y carbono y disolver los micro y macro nutrientes que necesitan las plantas. (Murillo Montoya, Mendoza Mora y Fadul Vásquez 2019).

Así mismo tienen la función de ayudar a aumentar el contenido del residuo orgánico del suelo y mejorar otros factores como la erosión, el drenaje y aireación, es decir, mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, lo que favorece el aumento de la temperatura del suelo, reduciendo así la dificultad de absorción de nutrientes. Asimismo, aporta un perfeccionamiento en la textura y estructura del terreno, aumentan la retención de agua y mejoran la absorción del terreno (Londoño, 2017).

Por otra parte, la cachaza es un producto orgánico que se encuentra en forma de desecho en el proceso de industrialización del azúcar, este componente orgánico presenta un color marrón turbio, presenta características tanto físicas y químicas como: Ph 7.01, materia orgánica 58.45 %, Nitrógeno 0.29%, Óxido de Fósforo 0.52%, Óxido de Potasio 0.39, Óxido de Calcio 3.72%, Óxido de magnesio (MgO), Humedad 1.06%, Sodio (Na) 0.06% (Quintanilla 2019).

De igual forma la vinaza es un subproducto de los restos orgánicos de la industrialización del azúcar, el componente es obtenido en forma líquida y tiene un color rojo oscuro que disuelve y diluye la materia orgánica. Sus propiedades físicas y químicas son: pH 3.84, Nitrógeno, Materia orgánica 65.42 g L-1, Nitrógeno (N) 1.204 g L-1, Fósforo (P) 0.065, Potasio (K) 8.9, Calcio (Ca) 1.47, Magnesio (Mg) 0.730, Sodio (Na) 0.450 (Quintanilla 2019).

La brassica olearacea var es una hortaliza originaria en la zona mediterránea, el nombre científico con que se le denomina es *Brassica olearacea var* , su productividad tiene una gran importancia por su aporte nutricional como: ácido ascórbico, hierro, tioglicósidos y por tener buena efectividad contra el cáncer pulmonar, para estimular su germinación es conveniente tener una temperatura que varía de 15 a 20 °C, así mismo, la humedad tiene que ser relativa entre un 60 a 80 %, aunque son plantas que se pueden adaptar a una gran diversidad de condiciones, pero llegan a crecer de mejor manera en un ambiente fresco y húmedo, de igual forma el suelo ideal es de textura franco y el pH oscila entre 5.5 a 6.8.

Así mismo pueden variar su textura como su forma, esto va a depender del lugar donde se cultiva. Esta hortaliza tiene tres fases, la primera que es la fase del crecimiento, la segunda es la fase de inducción floral y la última que es la fase de floración (Palma y Gutiérrez 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El actual estudio es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Según (Vargas 2009), la investigación de tipo aplicada, principalmente se caracteriza por buscar la aplicación o, dicho de otra forma, la utilización de los diferentes conocimientos que se han adquirido y que al mismo tiempo se adquirirán nuevos conocimientos, todo ello después de haber implementado y sistematizado la práctica que está basada en investigación. Por otra parte (Alan Neill y Cortez Suárez 2013) afirma que la investigación cuantitativa consiste en aspectos numéricos para analizar, investigar y comprobar información y datos.

Así mismo el presente estudio se empleará la estadística descriptiva, los resultados se presentarán en tablas y gráficos. Según (Bianco y Martínez 2004) afirma que la estadística descriptiva es la que permite comprender la estructura de los datos tanto de manera general como individual a través de gráficos, los cuales pueden ser fácil de elaborar e interpretar, así mismo examinar estos datos también nos va a permitir descubrir datos inesperados o erróneos para que de esta manera se nos facilite decidir qué método debe ser utilizado en etapas posteriores del análisis y obtener así conclusiones válidas.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente

Enmiendas: Las enmiendas orgánicas se utilizan con el fin de perfeccionar las condiciones químicas y físicas del suelo, aumentando así el micro y el macronutriente que necesitan las plantas para aumentar el rendimiento (Murillo Montoya, Mendoza Mora y Fadul Vásquez 2019).

Variable dependiente

Recuperación de suelos salinos sódicos: Estos suelos presentan una concentración alta de sales solubles, por lo general la sal dominante es el

cloruro de sodio (NaCl), por tal motivo el suelo también es llamado suelo salino sódico. La deposición de sal en el suelo ocurre por procesos primarios (naturales) o secundarios (antropogénicos) (Shankar y Evelin 2019).

Operacionalización de variable en Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

- **Población:** Se tomó como población el suelo salino localizado en el Distrito de San José, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque.

Es un grupo de personas u objetos que desea conocer en su investigación y puede estar compuesto por personas, animales, registros médicos, nacimientos, muestras de laboratorio, Accidentes de tráfico, etc. (Luis 2004).

- **Muestra:** La muestra será 27 kg de suelo salino del Distrito de San José, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque.

Es parte de la población en donde se realizará la investigación y se obtiene a través de cálculos estadísticos o matemáticos, pero este cálculo depende de cada investigación que se desarrolle (Villasís, Keever y Novales 2016).

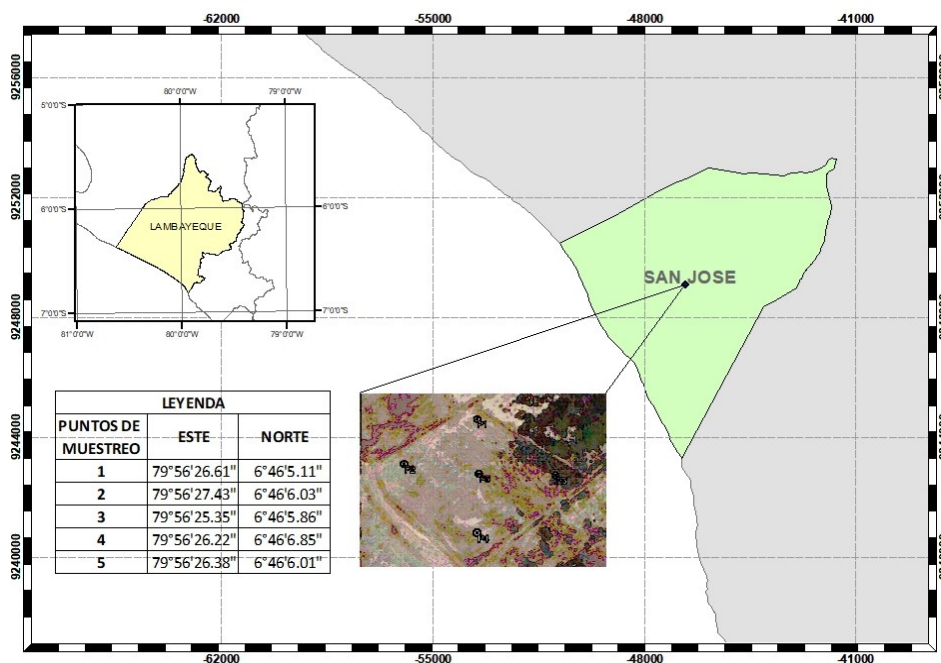


Figura 1: Localización de las sub-muestras

Fuente: Elaboración propia

- **Muestreo:** Muestreo por conveniencia sistemático, porque la muestra se tomó una sola vez.

Este es un muestreo no probabilístico donde el investigador selecciona a los individuos o elementos de acuerdo a la facilidad de acceso sin que intervengan requisitos específicos para su selección, facilitando el trabajo del investigador (Villasís, Keever y Novales 2016). El muestreo sistemático consiste en elegir el primer elemento al azar y posteriormente el investigador definirá el intervalo para el resto de los elementos que constituirán las muestras (Castro 2017).

- **Unidad de Análisis:** 1 kilogramo de suelo salino obtenido en el Distrito de San José, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque.

Es el objeto de interés de estudio y se define por el investigador. La unidad de distinción pertenece a la entidad más grande o simbólica que será el objeto específico de investigación en la medición, y se refiere a qué o quién es el objeto de conveniencia en el estudio (Tamayo 2009).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de datos utilizaremos el método de la observación y revisión de bibliografía, toma de muestra del suelo, análisis físico químico de la muestra del suelo, además como instrumento se emplearán fichas, que ayudarán a registrar datos de campo, laboratorio y pre y post tratamiento.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se realizaron varios pasos para cumplir con el objetivo de estudio, determinar el impacto de la incorporación de enmiendas para la recuperación de suelos degradados por efecto salino sódico, y para ello se realizarán los siguientes pasos:

En el primer paso se realizó un reconocimiento de la zona de estudio para luego definir el área en donde se tomaron las muestras. Luego procedimos a extraer 27 kg de suelo en los diferentes puntos seleccionados, con una profundidad de unos 15 – 20 cm en cada uno de ellos, posteriormente se

procedió a homogeneizar dichas muestras para luego retirar 1 kg de este en una bolsa ziplock y llevarlo al laboratorio de INIA con su respectivo rotulado, para los resultados de pre tratamiento.

El segundo paso se colocó en las bolsas impermeables ziplock 3 kg, de los 27 kg recolectados de la muestra de suelo, luego se trasladó al lugar donde se realizó el tratamiento. Al llegar, se ubicó en 9 macetas y se distribuyeron diferentes dosis de cachaza y vinaza en cada una de ellas.

Previo a esto, en la parte inferior de cada maceta se colocó papel filtro para evitar pérdidas de suelo, luego se agregó 2 cm de grava en cada una de ella. Se emplearon tres tratamientos (100%, 150% y 200%), en el que, cada uno de estos tratamientos consta de 3 macetas, obteniendo un total de 9 macetas.

Al primer tratamiento (T1) se le aplicó dosis a un nivel bajo de 100% de cachaza (9.52 g) y vinaza (131.76 ml). El segundo tratamiento (T2) fue a un nivel medio del 150% de cachaza (14.28 g) y vinaza (197.64 ml). El tercer tratamiento (T3) se realizó a un nivel alto del 200% de cachaza (19.04 g) y vinaza (263.52 ml). En las 9 macetas se realizó 3 repeticiones de cachaza y vinaza durante un periodo de 4 meses y fueron regadas con agua desionizada de 300 – 400 ml, cada dos días.

El tercer paso consiste en llevar 1kg de muestra de cada maceta al laboratorio de INIA después de haber pasado los 4 meses de tratamiento. Se llevaron las muestras en bolsas impermeables y rotuladas para obtener los resultados. Después de que el laboratorio emitiera los resultados se logró observar el impacto de las enmiendas orgánicas en el suelo salino sódico al comparar con los resultados de la muestra del pre tratamiento.

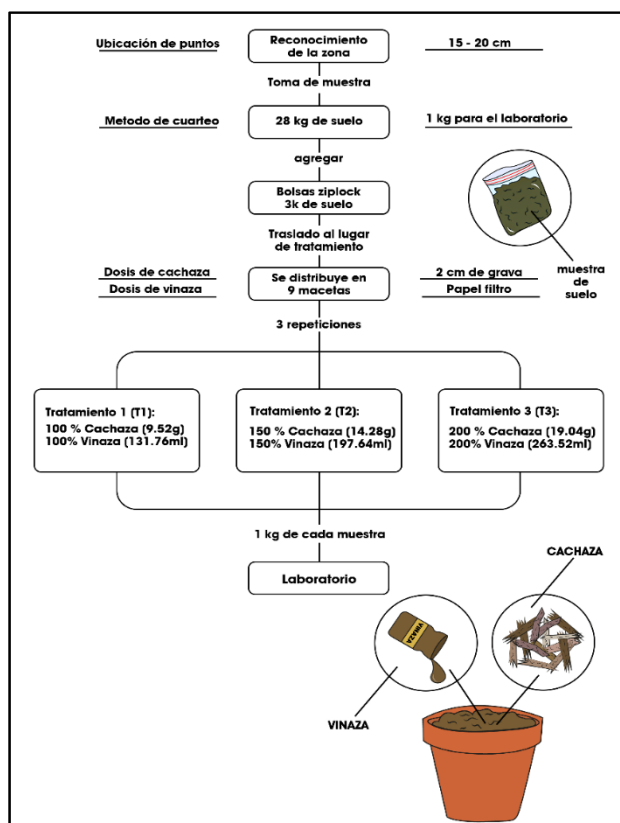


Figura 2: Flujograma del proceso.

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Los datos que se recogieron fueron analizados usando el programa IBM SPSS Statistics V. 22 y al software Microsoft Excel, en donde se elaborarán gráficos con los resultados obtenidos del tratamiento con enmiendas orgánicas en los suelos salinos sódicos.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación ha recopilado información sobre diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el tema, y los autores correspondientes, así como también el año de publicación se han citado correctamente en esta investigación. De igual manera la información que se ha obtenido y los resultados no han llegado a ser manipulados, ya que estos fueron comprobados en el informe de resultados proporcionado por el laboratorio del INIA. De la misma forma se tomaron fotos en el momento del muestreo y durante el proceso de aplicación de las enmiendas orgánicas.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos antes de aplicar el tratamiento a base de cachaza y vinaza fueron entregados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), los cuales fueron los siguientes:

Tabla 1. Resultados de los parámetros de la muestra testigo del Distrito de San José, Provincia de Chiclayo, Departamento Lambayeque.

Parámetro	Valor
pH	7.9
CE (mmhos/cm)	26.04
M.O (%)	1.24
P (ppm)	7.00
K (ppm)	116
CaCO ₃ (%)	3.47
S. I. (meq/100 grs)	2.64
C.I.C (meq/100 grs)	16.68
P.S.I. (%)	15.81
% de Saturación	40.20
Enmienda (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)	4.36

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 2. Resultados de los parámetros de textura de la muestra testigo.

Textura			
Ao (%)	Lo (%)	Ar (%)	Tipo
44	32	24	Franca

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Los valores obtenidos de la muestra testigo nos da a conocer que efectivamente es un suelo salino sódico puesto que para ser considerado como tal debe presentar las siguientes características: un pH que oscile comúnmente entre 8.5 o inferior y una conductividad eléctrica superior a 4 dS/m.

Tabla 3. Escala de interpretación del tipo de suelo testigo.

C.E (dSm/m)	pH	PSI (%)	Tipo de escala
> 4 dSm/m	< 8.5	< 15 %	Salino
> 4 dSm/m	< 8.5	> 15%	Salino - Sódico
< 4 dSm/m	> 8.5	> 15 %	Sódico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Resultados de los parámetros de las muestras de nivel bajo (100 %).

Nivel Bajo			
Parámetro	Muestra		
	T 1.1	T 1.2	T1.3
pH	7.85	8.00	8.10
CE (mmhos/cm)	28.31	24.90	28.30
M.O (%)	0.42	0.46	0.50
P (ppm)	7.20	7.60	6.80
K (ppm)	103	112	114
CaCO ₃ (%)	3.50	3.53	3.60
S. I. (meq/100 grs)	2.70	2.35	2.55
C.I.C (meq/100 grs)	17.47	16.86	16.27
P.S.I. (%)	15.48	13.92	15.66
% de Saturación	39.77	40.03	38.86
Enmienda (Ton.Yeso agrícola/Ha/Año)	7.60	3.87	4.30

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 5. Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (100 %).

Nivel Bajo			
Textura	Muestra		
	T 1.1	T 1.2	T 1.3
Ao (%)	46	42	47
Lo (%)	30	32	30
Ar (%)	24	26	23
Tipo	Franca	Franca	Franca

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Según los valores obtenidos tanto del pH y CE en el tratamiento de nivel bajo a un porcentaje de 100%, se observó que en el parámetro del pH tan solo en el T 1.1 se mantuvo en relación a la del testigo, mientras que en el T 1.2 y T 1.3, varió entre 8 y 8.1; en el caso de la CE en el nivel bajo se observó que los valores más altos fueron en los T 1.1 y T 1.3, donde aumentó a 28.31 en ambos tratamientos, mientras que el T 1.2 se redujo de 26.04 a 24.91 dS/m.

Tabla 6. Resultados de los parámetros de las muestras de nivel medio (150%).

Nivel Medio			
Parámetro	Muestra		
	T 2.1	T 2.2	T 2.3
pH	8.00	8.00	8.10
CE (mmhos/cm)	26.04	23.78	23.75

M.O (%)	1.26	1.07	1.12
P (ppm)	7.50	5.60	6.30
K (ppm)	120	117	119
CaCO ₃ (%)	3.47	3.08	3.60
S. I. (meq/100 grs)	2.20	2.37	2.20
C.I.C (meq/100 grs)	16.27	17.03	16.86
P.S.I. (%)	13.50	13.90	13.04
% de Saturación	39.00	37.57	38.97
Enmienda (Ton.Yeso agrícola/Ha/Año)	3.56	4.00	3.50

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 7. Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (150 %).

Nivel Medio			
Textura	Muestra		
	T 2.1	T 2.2	T 2.3
Ao (%)	47	64	48
Lo (%)	28	14	30
Ar (%)	25	22	22

Tipo	Franca	Franco arcilloso arenoso	Franca
------	--------	--------------------------------	--------

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

En el tratamiento de nivel medio a un porcentaje de 150%, se observó que los valores del pH en el T 2.1, T 2.2 y T 2.3 aumentaron respecto al testigo, con cantidades de 8 a 8.10; en el caso de la CE en el T 2.1 se mantuvo en relación a la del testigo con un valor de 26.04 dS/m, mientras que en los T 2.2 y T 2.3 presento una mejor reducción con valores de 23.78 para ambos tratamientos.

Tabla 8. Resultados de los parámetros de las muestras de nivel alto (200%)

Nivel Alto			
Parámetro	Muestra		
	T 3.1	T 3.2	T 3.3
pH	8.15	8.20	8.20
CE (mmhos/cm)	27.17	22.64	23.78
M.O (%)	1.28	1.3	1.17
P (ppm)	7.75	7.20	6.80
K (ppm)	122	130	125
CaCO ₃ (%)	2.96	3.20	3.40
S. I. (meq/100 grs)	2.67	2.26	2.47

C.I.C (meq/100 grs)	17.26	16.87	16.23
P.S.I. (%)	15.44	13.38	15.20
% de Saturación	36.87	37.73	37.97
Enmienda (Ton.Yeso agrícola/Ha/Año)	4.52	3.70	4.00

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 9. Resultados de los parámetros de textura del tratamiento al (200 %).

Nivel Alto			
Textura	Muestra		
	T 3.1	T 3.2	T 3.3
Ao (%)	65	62	63
Lo (%)	18	16	18
Ar (%)	17	22	19
Tipo	Franco arenoso	Franco arcilloso arenoso	Franco Arenoso

Fuente: Resultados del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

En el tratamiento de nivel alto a un porcentaje de 200%, se observó que los valores del pH en los T 3.1, T 3.2 y T 3.3 fueron los que presentaron niveles más altos respecto a la del testigo, con valores de 8.15 y 8.20; en el caso de la CE solo el T 3.1 fue el que presentó un aumento con un valor de 27.17 dS/m, mientras que el T 3.3 se observó una reducción vinculada a los demás

tratamientos con un valor de 23.78, el T 3.2 fue el que obtuvo una mejor reducción, respecto al testigo presentando un valor de 22.64.

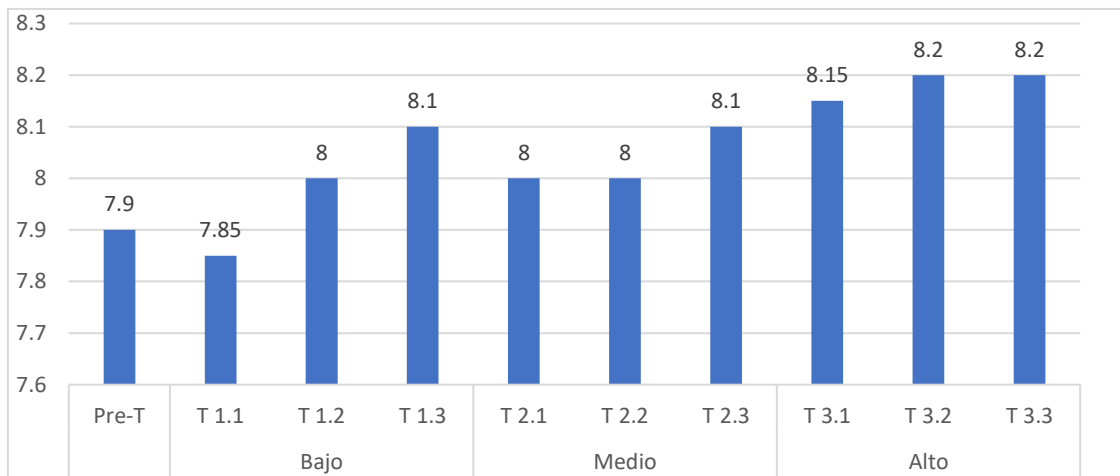


Figura 3: Valores de potencial de hidrógeno.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el pH de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza los cuales fueron evaluados en los tres niveles bajo, medio y alto, mostrando que el pH más elevado se encuentra en el nivel alto el cual ha sido trabajado al 200% con un valor de 8.2 en el T 3.2 y T 3.3 indicando que se mantiene en el rango alcalino. Por otro lado, el tratamiento con menor pH se encuentra en el nivel bajo el cual ha sido trabajado al 100% con un valor de 7.85 en el T1.1.

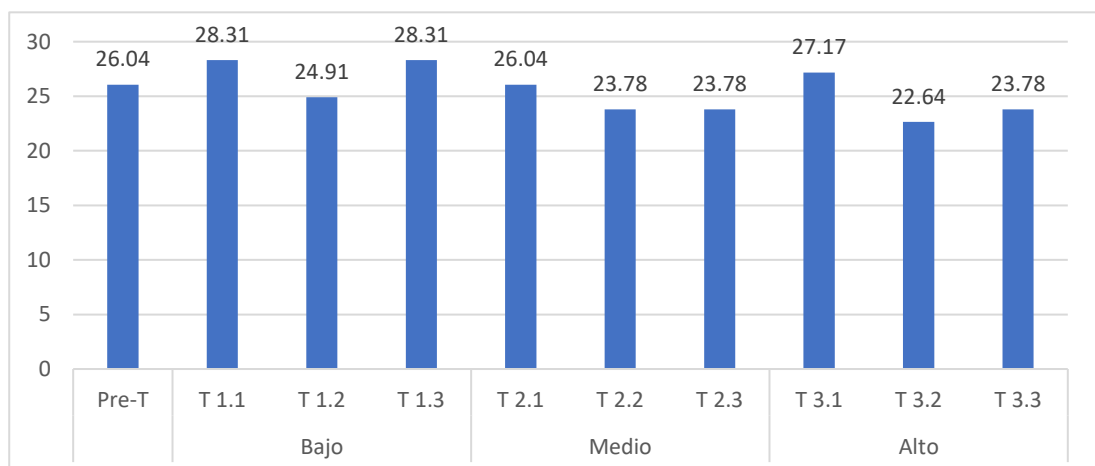


Figura 4: Valores de la conductividad eléctrica.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la CE de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza los cuales fueron evaluados en los tres niveles bajo, medio y alto, mostrando que la CE más elevada se encuentra en el nivel bajo el cual ha sido trabajado al 100% presentando un valor de 28.31 dS/m, en el T 1.1 y T 1.3 indicando que hay una mayor concentración de sales y que es por ello que la conductividad eléctrica sube. Por otro lado, el tratamiento que presentó menor concentración de sales fue la del T 3.2, en el cual se ha tratado al 200%, su valor fue de 22.64 dS/m siendo considerado como el tratamiento que presentó mejores resultados respecto a los demás.

Tabla 10. *Escala de medición de la conductividad eléctrica.*

Conductividad eléctrica (dSm/m)	Escala
> 4 dSm/m	Salino
> 4 dSm/m	Salino - Sódico
< 4 dSm/m	Sódico

Fuente: Elaboración propia.

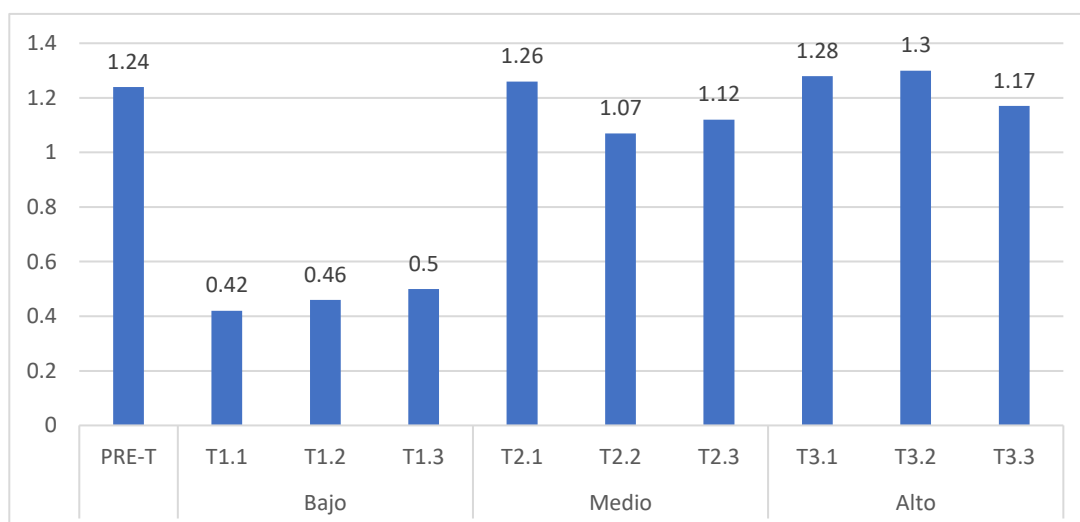


Figura 5: Valores de materia orgánica.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el porcentaje de la M.O de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza los cuales fueron evaluados en los tres niveles, bajo, medio y alto, mostrando que los valores más bajos fueron en el tratamiento a un 100% en comparación al testigo, presentado valores entre 0.42, 0.46 y 0.5. En cuanto al tratamiento a un 150% presentó variaciones siendo el T2.1 el que aumentó considerablemente respecto al T2.2 y T2.3, con un valor de 1.26. En cuanto al tratamiento a un 200% fue el que presentó mayor aporte de materia orgánica en dos de sus tres tratamientos T3.1 y T3.2, presentando valores entre 1.28 y 1.3, siendo el tratamiento T3.2 el que presentó un mayor aporte de materia orgánica expresada en porcentaje en comparación de los demás tratamientos.

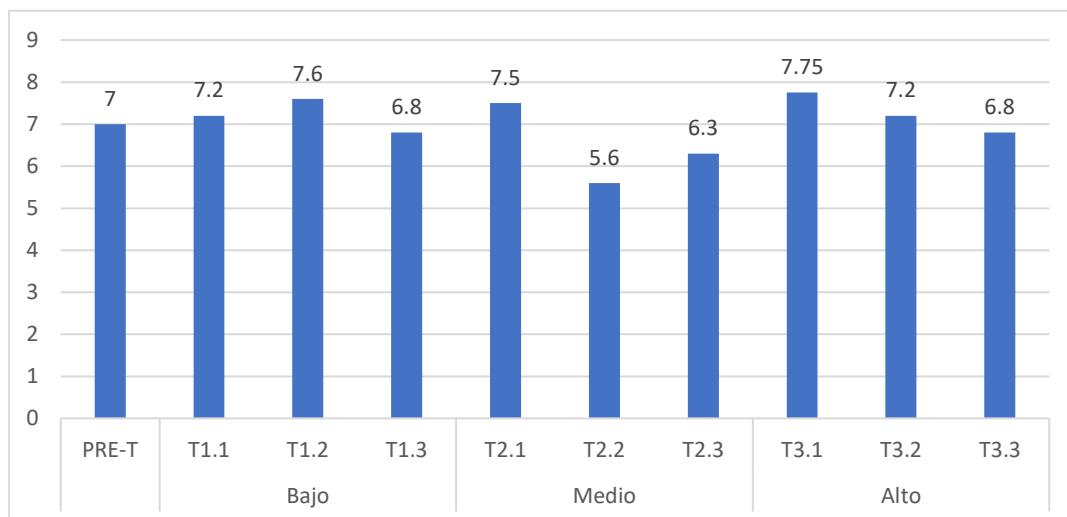


Figura 6: Valores de fósforo.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la ppm de fósforo de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza, en donde en el pre tratamiento presentó un valor de 7 ppm. Por otro lado, en el post tratamiento, el cual fue a un nivel bajo (100%) los T1.1, T1.2 presentaron valores de 7.2 y 7.6 ppm siendo mayores en comparación con el testigo, tan solo el T1.3 estuvo por debajo con un valor de 6.8 ppm. En cuanto al tratamiento a un nivel medio (150%) tanto el T2.2 y T2.3 presentaron valores

por debajo del testigo, tan solo el tratamiento T2.1 estuvo por encima con un valor de 7.5 ppm. Finalmente, en cuanto al tratamiento a un nivel alto (200%) tan solo el T3.3 fue inferior en comparación al T3.1, T3.2 y el testigo, presentando un valor de 6.8 ppm, mientras que el T3.1 fue el que presentó el valor más alto respecto a todos los tratamientos, presentando un valor de 7.75 ppm.

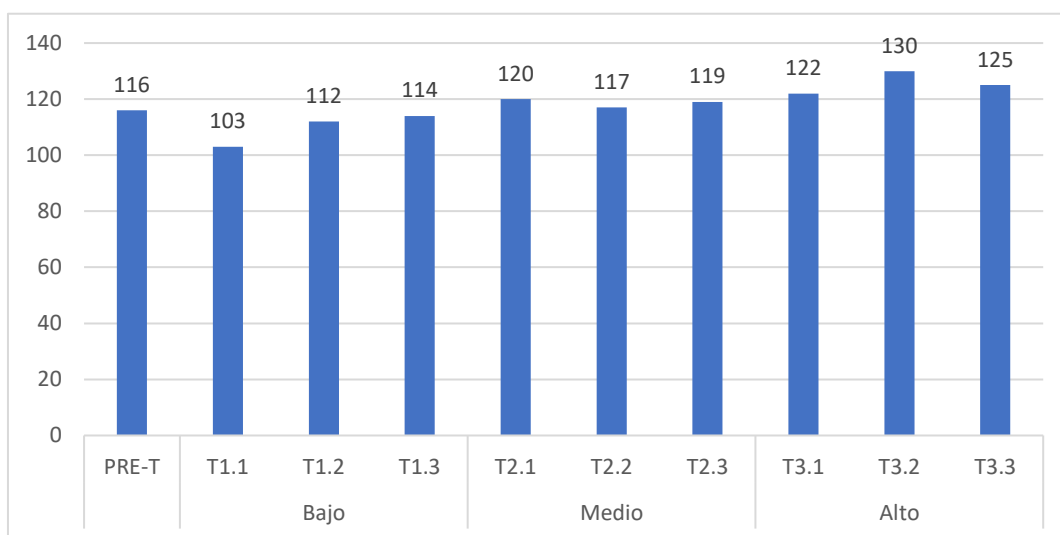


Figura 7: Valores de Potasio.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la ppm de potasio de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza, en donde en el pre tratamiento presentó un valor de 116 ppm. Asimismo, en el post tratamiento a un nivel bajo (100%) los T1.1, T1.2 y T.3 presentaron valores por debajo del testigo, con cantidades entre 103, 112, 114 ppm.

En el tratamiento a un nivel Medio (150%) tanto el T2.1, T2.2 y T2.3, presentaron valores sobre el testigo, con cantidades de 120, 117 y 119 ppm. Finalmente, en el tratamiento a un nivel alto (200%) resultaron ser valores altos en comparación al testigo tanto en el T3.1, T3.2 y T3.3, presentado cantidades de 122, 130 y 125, siendo el T3.2 el que fue superior a todos los tratamientos.

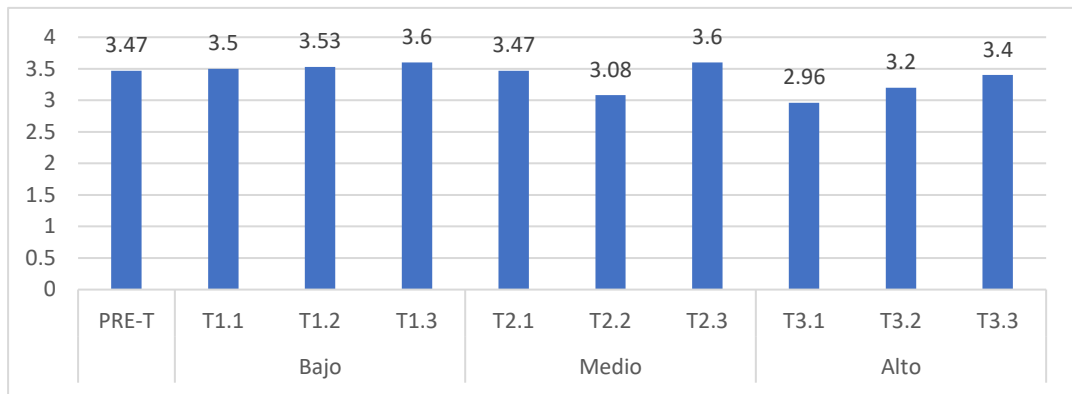


Figura 8: Valores de CaCO₃.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el carbonato de calcio de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza, en donde en el pre tratamiento presentó un valor de 3.47 %. Asimismo, en el post tratamiento a un nivel bajo (100%) tanto el T1.1, T1.2 y T1.3 presentaron un porcentaje por encima del testigo, siendo el T1.3 el que fue superior en este nivel, con un valor de 3.6%. En cuanto al tratamiento a un nivel medio (150%) tan solo el T2.2 estuvo por debajo del testigo, mientras que el T2.1 se mantuvo al igual que el testigo, solamente el T2.3 fue el que estuvo por encima del testigo con un valor de 3.6 %. En cuanto al tratamiento a un nivel Alto (200%) tanto el T3.1, T3.2 y T3.3 presentaron valores de 2.96, 3.2 y 3.4, siendo inferiores al análisis del testigo.

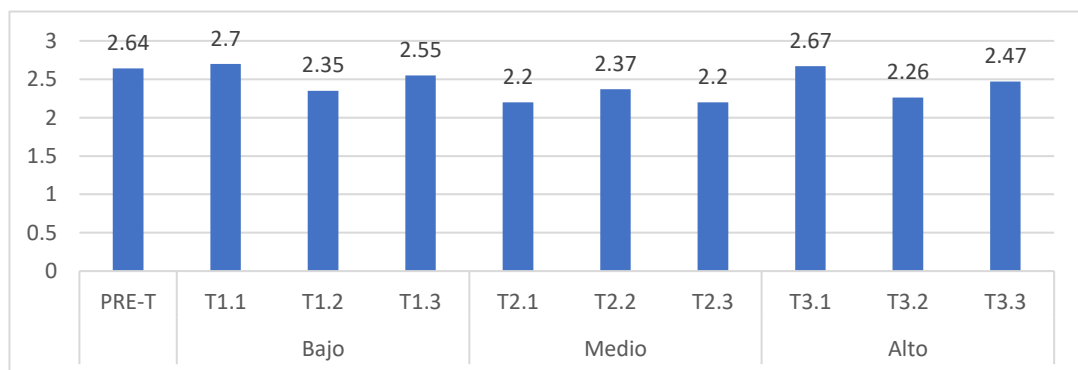


Figura 9: Valores de Sodio Intercambiable.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el Sodio Intercambiable expresando en miliequivalentes/100 grs de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con agua desionizada, en el pre tratamiento presentó un valor de 2.64 meq/100 grs. Asimismo, en el post tratamiento a un nivel bajo (100%) tanto el T1.2 y T1.3 presentaron valores inferiores al testigo, tan solo el T1.1 fue superior al testigo, con un valor de 2.7 meq/100 grs. En cuanto al tratamiento a un nivel medio (150%) tanto el T2.1, T2.2 y T2.3 y el nivel alto (200%) tanto el T3.1, T3.2 y T3.3, presentaron valores inferiores a la del testigo.

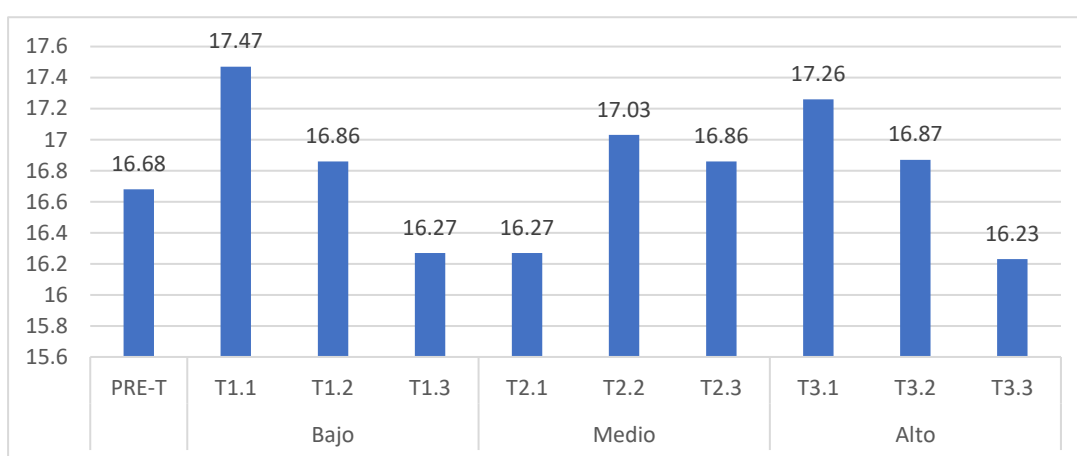


Figura 10: Valores de Capacidad de Intercambio Catiónico.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la capacidad de intercambio catiónico de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza. En el pre tratamiento presentó un valor de 16.68 meq/100 grs. Asimismo, en el post tratamiento a un nivel bajo en el cual se utilizó un (100%) de aplicación, se observó que tan solo el T1.3 estuvo por debajo del testigo, mientras que el T1.1 y T1.2 presentaron valores por encima del testigo, con cantidades de 17.47 y 16.86 meq/100 grs.

En cuanto a tratamiento en donde se utilizó un nivel medio (150%) de aplicación, se observó que tan solo el T2.1 presentó un valor de igualdad con el T1.3, ambos por debajo del testigo, no obstante, tanto el T2.2 y T2.3 el valor de CIC aumentó con cantidades de 17.03 y 16.86, siendo el T2.2 el

más alto en dicho nivel. En cuanto al tratamiento a un nivel alto (200%) de aplicación, se observó que tan solo el T3.3 estuvo por debajo del testigo con un valor de 16.226 meq/100 grs, mientras que los tratamientos T3.1 y T3.2 fueron superiores al testigo, siendo el T3.1 el que presentó una mayor CIC respecto a todos los tratamientos a diferentes niveles de aplicación.

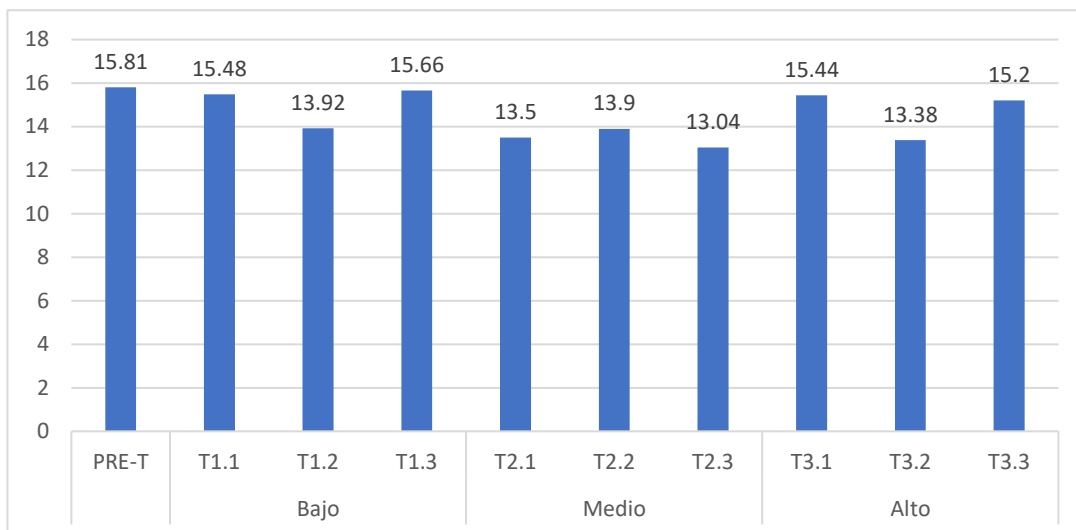


Figura 11: Valores del Porcentaje de Sodio Intercambiable.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el porcentaje de sodio intercambiable de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con la aplicación de agua desionizada. En el pre tratamiento la muestra de suelo testigo presentó un valor de 15.81 % de PSI, siendo considerado como un suelo moderadamente sódico. Asimismo, en el tratamiento a un nivel bajo (100%) de aplicación, tanto el T1.1, T1.2 y T1.3 presentaron valores de 15.48 %, 13.92 % y 15.66 %, en donde el T1.2 presentó un menor PSI con un valor de 13.92 %, de modo que se evaluó como un suelo ligeramente sódico.

En cuanto al tratamiento a un nivel medio (150%) de aplicación, tanto el T2.1, T2.2 y T2.3, presentaron buenos resultados siendo evaluados como un suelo ligeramente sódico, por lo que su PSI se redujo, siendo el T2.3 el que presentó una mejor reducción de este parámetro en comparación a los demás niveles con un valor de 13.04 %. En cuanto al tratamiento a un nivel

alto (200%) de aplicación, tanto el T3.1, T3.3, presentaron valores de reducción considerables con cantidades de 15.44 y 15.2, siendo el T3.2 el que presentó un menor resultado con un valor de 13.38 posicionándose en la escala de un suelo ligeramente sódico.

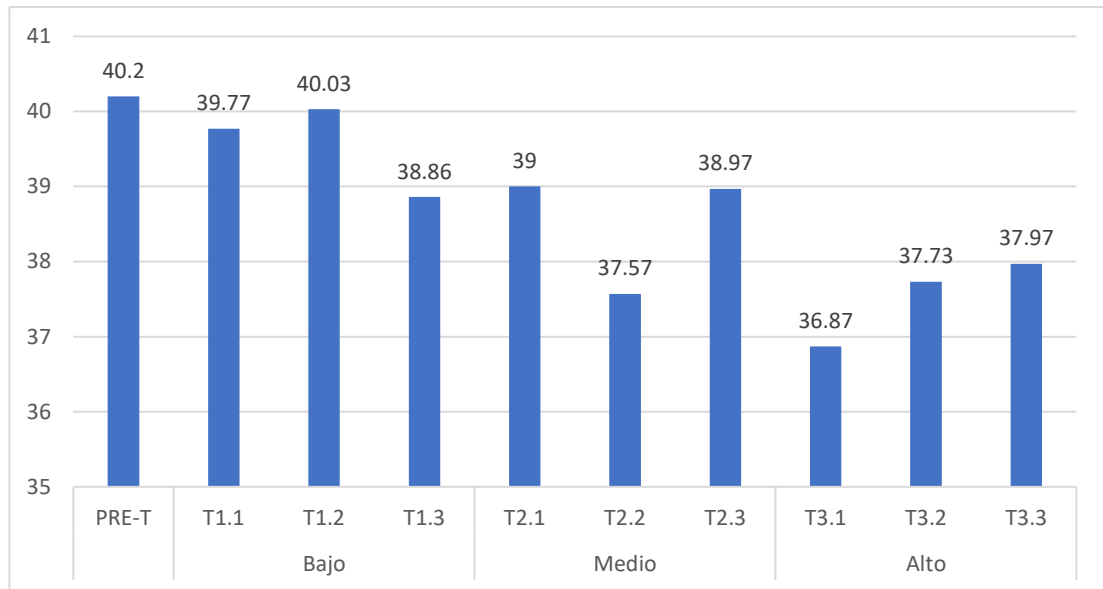


Figura 12: Valores del Porcentaje de Saturación.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el porcentaje de saturación de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con la aplicación de agua desionizada. En el pre tratamiento la muestra testigo del suelo presentó un valor de 40.2 % de porcentaje de saturación, siendo considerado en una escala media. En el nivel bajo (100%) de aplicación, tanto el tratamiento T1.1 T1.2 y T1.3 presentaron valores considerados en una escala media de % Saturación, no obstante, tan solo el T1.2 fue el que presentó un mayor porcentaje de saturación en comparación a los demás niveles, obteniendo un valor de 40.03 %.

En el nivel medio (150%) de aplicación, tanto el T2.1, T2.2 y T2.3 presentaron valores de 39%, 37.57% y 38.97%, siendo inferiores al testigo, considerándose en una escala de media dé % Saturación. En el tratamiento

a un nivel alto (200%) de aplicación, tanto los T3.1, T3.2 y T3.3 presentaron valores de 36.87%, 37.73% y 37.97%, siendo resultados inferiores al testigo, pero se mantienen en la escala de un nivel medio de % Saturación.

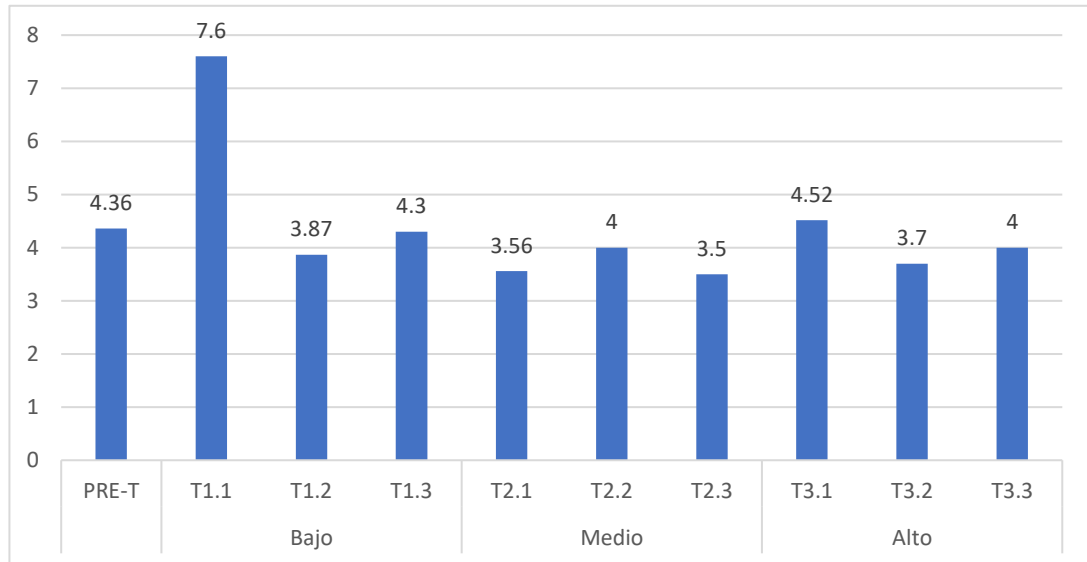


Figura 13: Valores de enmienda.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la cantidad de Ton. Yeso agrícola/Ha/Año de enmienda de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con la aplicación de agua desionizada. En el pre tratamiento la muestra testigo del suelo presentó un valor de 4.36.

En el nivel bajo (100%) de aplicación, tanto el tratamiento el T1.2 y T1.3 presentaron valores de 3.87 y 4.3, considerándose como inferiores en comparación con el testigo, no obstante, el T1.1 fue el que presentó mayor cantidad de Toneladas de yeso agrícola/Ha/Año en comparación a los demás niveles, presentando un valor de 7.6. En el nivel medio (150%) tanto el T2.1, T2.2, y T2.3 presentaron valores de 3.56, 4 y 3.5, siendo inferiores al testigo. En cuanto al tratamiento a un nivel alto (200%) tanto el T3.2 y T3.3 presentaron valores de 3.7 y 4, siendo inferiores al testigo, tan solo el T3.1 presento un aumento mínimo en comparación al testigo, presentado un valor de 4.52.

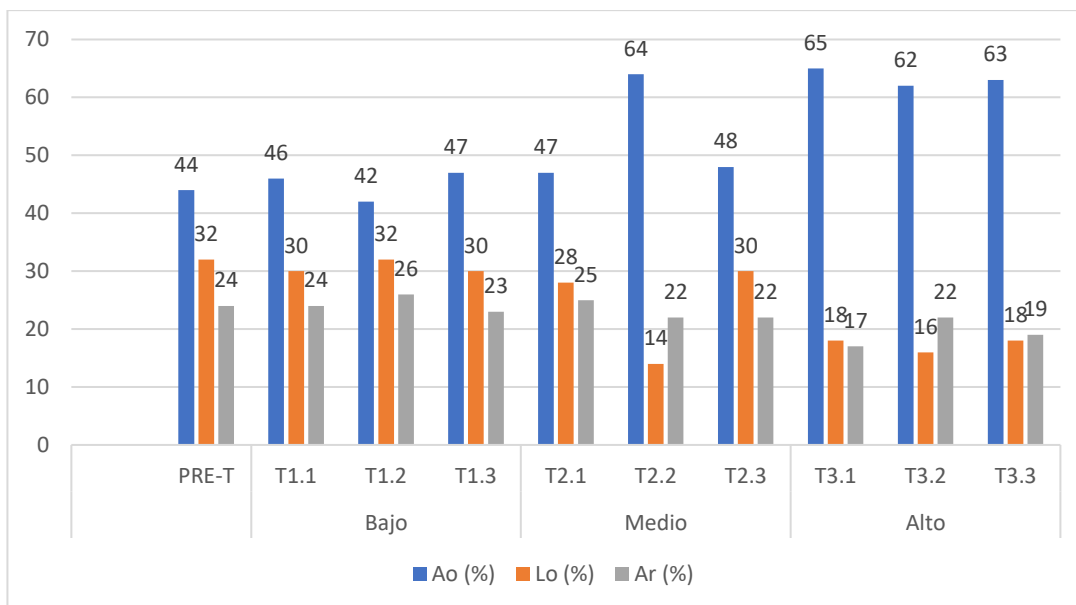


Figura 14: Valores de Textura.

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la cantidad de arena, limo y arcilla de las muestras de suelos del Distrito de San José, antes y después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con la aplicación de agua desionizada. En el pre tratamiento la muestra testigo del suelo presentó porcentaje de arcilla en un 44%, 32% de limo y 24% de arena, siendo considerada según el triángulo de textura como un suelo franco.

En el nivel bajo (100%) de aplicación, tanto el T1.1, 1.2 y T1.3 presentaron valores similares de arcilla, limo y arena, siendo consideradas según el triángulo de textura como un suelo de tipo franco. En el nivel medio (150%) de aplicación, tan solo el T2.1 y T2.3, presentaron valores similares de arcilla, limo y arena, siendo consideradas según el triángulo de textura como un suelo de tipo franco, no obstante, el T2.2 fue el que presentó un porcentaje diferente, con valores de 64% arcilla, 14% limo y 22% arena, siendo consideradas según el triángulo de textura como un suelo de tipo franco arcillosos arenoso.

En el nivel alto (200%) de aplicación, tanto el T3.1 y T3.3, presentaron valores similares de arcilla, limo y arena, siendo consideradas según el

triángulo de textura como un suelo de tipo franco arenoso, asimismo, el T3.2 fue el que presentó un porcentaje diferente, con valores de 62% arcilla, 16% limo y 22% arena, siendo consideradas según el triángulo de textura como un suelo de tipo franco arcillosos arenoso.



Figura 15: Siembra de *Brassica olearacea var.*

Fuente: Elaboración propia

Se presenta las macetas con la siembra de *Brassica olearacea var* después de aplicar el tratamiento con cachaza y vinaza más el lavado con la aplicación de agua desionizada. En donde según la evidencia fotográfica podemos observar que no hubo germinación de la hortaliza sembrada, esto se debió a que el suelo no presentó recuperación, por lo que sus parámetros químicos fueron de un pH que osciló entre 8.20 a 7.85 y la CE fue superior a 4 dS/m en todos los tratamientos, por lo cual se mantuvo en un suelo extremadamente salino.

V. DISCUSIÓN

Luego de obtener los resultados de la presente investigación la cual se ha trabajado con muestras de suelo del Distrito de San José, la cual presentó una CE de 26.04 dS/m, un pH de 7.90 y PSI de 15.81%, indicando de esta manera que efectivamente es un suelo salino sódico lo cual coincide la investigación de (Courel 2019) donde menciona que para determinar un suelo salino su CE debe ser mayor a 4 dS/m y para ser considerado un suelo sódico su PSI debe ser mayor a 15%, además menciona que los suelos salinos sódicos tienen un pH igual o inferior 8.5, corroborando de esta manera que el suelo que se ha trabajado está dentro de los parámetros para ser considerado un suelo salino sódico según lo indica el autor.

Lope (2021) evaluó el uso de enmiendas orgánicas e inorgánicas acompañada con práctica hídrica con la finalidad de rehabilitar dos tipos de suelos extraídos en diferentes zonas, en donde la eficiencia de disminución fue distinta, en la primera muestra el suelo tenía un pH de 8.97 considerado como alcalino, a través de la aplicación el pH se redujo a neutro en los tratamientos 2, 3, 4, 8 y 10 con valores de 7.75, 7.74, 7.76, 7.76, 7.78 y 7.74.

Por otro lado, la muestra de la zona 2 tenía un pH de 8.75 siendo considerado como alcalino, a través de los tratamientos 1,5,6 y 7 este parámetro disminuyó a 8.31, 8.20, 8.16 y 8.14 considerado como alcalino, por lo que la diferencia de resultados en ambas muestras se debió a que fueron de dos zonas distintas, tan solo el tratamiento con CaSO_4 presentó una mejor efectividad en la disminución de la alcalinidad del suelo.

Por lo cual sostenemos que en nuestra investigación solo un tratamiento de los tres niveles de aplicación (100%, 150%, 200%) que realizamos, presentó una leve reducción del pH siendo considerado como neutro, en donde el T1.1, fue el que presentó un valor de 7.85 en comparación al testigo que contenía un pH de 7.90, en los tratamientos restantes tanto en T1.2, T1.3, T2.1, T2.2, T2.3, T3.1, T 3.2 y T3.3, los valores obtenidos en los análisis fueron alcalinos, manteniéndose con una escala de valores de 8, 8.10, 8, 8, 8.10, 8.15, 8.20, 8.20.

Los valores que presentó la conductividad eléctrica (C.E) fueron variables en los tres niveles de porcentaje (100 %, 150 %, 200 %) por cada tratamiento, en el tratamiento a un 100 %, los T1.1, T1.2 y T1.3, presentaron una CE de 28.31, 24.90 y 28.30 milimhos/cm, siendo el T1.2 el que presentó una mejor disminución. En el tratamiento a un 150 %, los T2.1, T2.2 y T2.3, presentaron valores de 26.04, 23.78 y 23.75, en donde la menor disminución la obtuvieron los tratamientos T2.2 y T2.3.

En el tratamiento a un 200 %, los T3.1, T3.2 y T3.3 presentaron valores de 27.17, 22.64 y 23.78, siendo el T3.2 y T3.3 los que presentaron una reducción notable, de esta manera, según su clasificación de suelo se mantuvo en salinidad extrema al igual que el testigo, por lo que las características de este tipo de suelos presentan una CE mayor a 16 dS/m, consideramos que la disminución de sales se debió a la aplicación de agua desionizada como proceso de lavado.

De modo que, en el estudio de Ramos (2021) se utilizó capas de agua de dimensiones (10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm) como proceso de lavado para reducir la salinidad presente en la zona del tratamiento, de este modo la salinidad que en un principio presentó un valor de 13,55 dS/m a una calicata de 0 – 15 cm y a una mayor profundidad presentó un valor de 5,96 dS/m a una calicata de 45 – 60.

Al iniciar con el tratamiento a una profundidad de 0 – 15 cm, a través de una capa de 10 cm de agua, se logró una reducción de 13.55 a 12.78 dS/m, por otro lado, a una mayor profundidad de 45 – 60, el valor inicial presentó una reducción de 5.96 a 5.89 dS/m, la cual también fue por la aplicación de 10 cm de agua, al aplicar lámina de 20 cm de agua presentó una disminución de 12.78 a 10,61 dS/m a una calicata de 0 – 15 cm y a una calicata de 45 – 60 cm, presentó una reducción de 5.89 a 4,31 dS/m.

Al aplicar lámina de 30 cm de agua, presentó una reducción de 10.61 a 6.87 dS/m a una calicata de 0 - 15 cm y a una calicata de 45 – 60 cm, presentó una reducción de 4.31 a 3.45 dS/m, y al aplicar lámina de 40 cm de agua, presentó una reducción de 6.87 a 3.25 dS/m a una calicata de 15 cm y a una

calicata de 45 – 60 cm, presentó una reducción de 3.45 a 1.61 dS/m, siendo el tratamiento a 40 cm el que presentó una mejor efectividad de reducción, el cual pasó de un suelo fuertemente salino (13.55 dS/m) a un suelo normal (1.61 dS/m), por lo que presentó una conductividad eléctrica menor a < 2 dSm/m.

Tabla 11. *Escala de medición de la Conductividad Eléctrica.*

Conductividad Eléctrica (dSm/m)	Escala
< 2 dSm/m	Suelo normal
> 2 dSm/m	Suelo salino
2 - 4 dSm/m	Ligeramente salino
4 – 8 dSm/m	Medianamente salino
8 – 16 dSm/m	Fuertemente salino
> 16 dSm/m	Extremadamente salino

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del carbonato de calcio (CaCO_3) en los tres niveles de tratamientos que se realizó, el cual fue a base de cachaza y vinaza, se logró observar una precipitación del CaCO_3 , puesto que su valor inicial fue de 3.47% observándose que al final del tratamiento una de las muestras que se trabajó tuvo un valor de 2.96% lo cual señala una reducción del CaCO_3 al haber empleado la cachaza.

Así como lo indica (Castro, Loaiza y Vega 2021) donde afirma que para precipitar el CaCO_3 existen dos métodos, uno de forma natural y el otro mediante la aplicación de nutrientes específicos que normalmente pueden ser de origen químico y por lo general muy costosos, a diferencia del método

natural en el cual se emplea la cachaza de la caña de azúcar, considerada normalmente como residuo por diversas industrias.

Con respecto a la materia orgánica, el valor más alto después del tratamiento fue de 1.28% así mismo se tiene también el valor más alto de fósforo con 7.75 ppm, además se muestra la CIC más alta con un valor de 17.47 meq/100 grs. así como también el valor más alto del potasio el cual fue de 130 ppm los cuales son con valores muy bajos, según lo indica (García de la Rosa, 2020), en donde podemos ver que los resultados que obtuvo de M.O, Fosforo, CIC y Potasio de su investigación al aplicar la cachaza de la caña de azúcar fueron mejores, dando a conocer que la materia orgánica se incrementó llegando a ser el valor más alto de todas sus muestras de 3.3%, el cual es importante ya que cumple una función de ayuda a mejorar la capacidad del suelo para poder acumular agua, así como también minimiza la compactación del suelo.

De igual manera con la C.I.C. en donde llegó su valor más alto de 18.20 cmol.kg⁻¹, indicando este parámetro la habilidad de los suelos para retener e intercambiar nutrientes. Además, da a conocer la cantidad de fósforo más alta de sus muestras el cual fue de 800 mg Kg⁻¹ indicando que este ayuda a estimular el desarrollo radicular de las plantas y la fijación del nitrógeno.

De igual modo da a conocer la cantidad más alta de potasio de sus muestras con un valor de 230mg Kg⁻¹ así como también señala que este juega un rol muy importante puesto que incrementa la habilidad para absorber el agua en las células radicales y evita la pérdida de agua por las hojas.

Para el caso de la aplicación de vinaza se ha observado modificaciones leves de los valores del potasio (K) del suelo salino sódico, donde su valor inicial fue 116 ppm y luego de aplicar la enmienda orgánica la cual contenía vinaza se obtuvo 130 ppm (0.013%) siendo este el valor más alto de todas las muestras y donde claramente se puede observar la diferencia que se obtuvo, ya que según lo indica (Senatore 2017) en su investigación donde menciona que los ensayos que realizó al agregar vinaza y de forma proporcional a la dosis aplicada, los parámetros aumentaron además indica que la vinaza por lo general ocasiona un aumento de la biomasa y de la actividad microbianas.

Sin embargo, los efectos de la aplicación de esta dependen mucho del tipo del suelo y que además son dependientes de las dosis que se les aplica, así mismo indica que de acuerdo a resultados que obtuvo los sitios donde aplicó mayor cantidad de vinaza obtuvo mayor cantidad de microorganismos. De igual manera (Gálvez Torres et al. 2019) confirma que al aplicar vinaza a sus muestras obtuvo resultados significantes con respecto al potasio (K) puesto que su valor más alto fue de 5.51%, así mismo también observó un incremento de fósforo llegando a ser su valor más alto 0.68%.

Por otra parte, para el caso de la aplicación de cachaza también existió cambios en ciertos parámetros como el pH con un valor máximo de 8.2, la CE con 28.31 milimhos / cm, la M.O. con 1.28%, fósforo con 7.6 ppm y potasio con 130 ppm, los cual son valores muy altos ya que según lo indica (Grandez 2017) en su investigación obtuvo valores en pH de 7.60, en C.E. de 14 milimhos / cm, en M.O. de 3.2%, fósforo 25.06 ppm y potasio 302 ppm los cuales están dentro del rango de buena calidad, así mismo también (Bravo et al. 2017) indica que al aplicar cachaza en su investigación obtuvo un pH de 8.2, la humedad 59%, N de 1%, K de 1.1%, fósforo de 1.3%, así como también obtuvo una baja salinidad.

VI. CONCLUSIONES

1. Se analizó los parámetros físicos y químicos del suelo en el pre - tratamiento, en sus parámetros químicos, presentó un pH de 7.90, una C.E de 26.04 milimhos/cm y un PSI de 15.810 %, de acuerdo a estos valores obtenidos sabemos que es un suelo salino sódico. Así mismo tanto el T2 y T3 presentaron un aporte de nutrientes notable por parte de las enmiendas orgánicas aplicadas. En sus parámetros físicos, presentó un tipo de suelo franco, puesto que indicó un porcentaje de textura de 44 % de arcilla, 32 % limo y 24 % arena.
2. Se determinó las dosis de enmiendas tomando como referencia al autor (Quintanilla 2019) quien utilizó 9.52 g de cachaza, y 131.76 ml de vinaza a nivel bajo (100%). Usándose estos valores como base de referencia se ha calculado las dosis a través de la regla de tres simple directa, para el nivel medio (150%) en donde se obtuvo 14.28 g de cachaza y 197.64 ml de vinaza. Para el caso del nivel alto (200%) se obtuvo 19.04 g de cachaza y 263.52 ml de vinaza, siendo esos los niveles de dosis obtenidos.
3. Se aplicó diferentes dosis de enmiendas (cachaza y vinaza) en donde se emplearon tres tratamientos (100%, 150% y 200%), cada tratamiento se aplicó a 3 macetas, siendo un total de 9 tratamientos, así mismo se realizó 3 repeticiones durante un periodo de 4 meses y se complementó con el riego de 300 – 400 ml de agua desionizada cada dos días. Llegando a la conclusión que los tres tratamientos presentaron una disminución considerable de sus parámetros químicos, no obstante, no se pudo recuperar por lo que, este se mantuvo en un suelo salino sódico.
4. Se evaluó las dosis de enmiendas, primeramente, a través del análisis físico químico del suelo tratado en el laboratorio (Estación Experimental Agraria Vista Florida - Chiclayo) los cuales al comparar los parámetros de cada muestra se observó que el T3 (200%) fue la dosis que presentó mejores resultados con respecto a los demás puesto que obtuvo los siguientes valores: 22.64 milimhos/cm de CE (T 3.2), 13.38 % de PSI (T 3.2), 1.3% de MO y 7.75 ppm de fósforo. En segundo lugar, para corroborar este análisis físico químico se plantó en cada una de las macetas semillas del *Brassica oleracea*, la cual no germinó.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es importante que los próximos trabajos de investigación de la recuperación de un suelo salino sódico, se tome en cuenta el parámetro del magnesio, puesto a que este parámetro es importante para calcular la Relación Absorción Sódico (RAS), la cual es un indicador de la cantidad de sodio presente en el suelo.
2. Se recomienda que, en los posteriores trabajos de investigación, se analicen los parámetros de las enmiendas (cachaza y vinaza) antes de iniciar con la ejecución del trabajo, de este modo se logrará tener un conocimiento más amplio de sus parámetros físicos y químicos, los cuales son importantes para saber las características que estas enmiendas presentan y de esta manera llevar un mejor control en el proceso del tratamiento.
3. Se recomienda planificar y ejecutar los trabajos de investigación con tiempo anticipado, de este modo se podrán utilizar métodos como la siembra de una planta u hortaliza, la cual ayudará a complementar los análisis de laboratorio y dará a conocer si realmente fue efectiva la reducción del efecto salino sódico después del tratamiento.
4. Se recomienda no humedecer muy seguido el suelo que se está tratando, puesto que ocasionaría una deficiencia del oxígeno, por lo que afectaría a las plantas en su crecimiento y en la absorción de nutrientes, por ello también es imprescindible realizar volteados en el suelo más seguido con ayuda de una espátula para que de esta manera exista más aireación en el suelo.

REFERENCIAS

ALAN NEILL, D. y CORTEZ SUÁREZ, L., 2013. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.

ACOSTA PISCOYA, M. M y BUSTAMANTE TANTALEÁN, D.M., 2020. Caracterización de microorganismos oxidantes del azufre y su potencial para la recuperación de suelo sódico con la aplicación de azufre. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Repositorio institucional - CONCYTEC* [en línea], Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8875>

ARIAS-GÓMEZ, J., VILLASÍS-KEEVER, M.Á. y MIRANDA-NOVALES, M.G., 2016. The research protocol III. Study population. *Revista Alergia México*, vol. 63, no. 2, pp. 201-206. ISSN 00025151. DOI 10.29262/ram. v63i2.181

ANDRADE, D., FROIDMONT, C. DE, Y COLINET, G. (2020). Yeso agrícola y azufre para la remediación de un suelo salino - sódico del Valle Alto de Cochabamba. *Revista de Agricultura (Bolivia)*, 62, 65-72. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2268/260319>

ALCIVAR LLIVICURA, M.F., 2018. Universidad de Concepción Dirección de Postgrado Facultad de Agronomía -Programa de Magíster en Ciencias Agronómicas. *Universidad de Concepción*. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3248>

BRAVO, E.L., JAVIER, A., RIVERA, A., SUÁREZ, M.H., CUETO, G., DE, G. y COSTALES, F., 2017. Properties of a compost obtained starting from residuals of the production of cane sugar. *Centro Agrícola*, vol. 44, no. 3, pp. 49-55. ISSN 0253-5785.

BHAMBURE, A.B., MAHAJAN, G.R. y KERKAR, S., 2017. Salt Tolerant Bacterial Inoculants as Promoters of Rice Growth and Microbial Activity in Coastal Saline Soil. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, vol. 88, no. 4, pp. 1531-1538. ISSN 03698211. DOI 10.1007/s40011-017-0901-9. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40011-017-0901-9>

BERNABÉ, C. y TESEN, P., 2020. Eficiencia de fitorremediación del almajo salado “Salicornia fruticosa” para recuperar suelos salinos del sector Baldera- Distrito de San José, Lambayeque, 2018. , pp. 63. Disponible en: <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/351>

BIANCO, A.M. and MARTÍNEZ, E.J., 2004. Probabilidades y Estadística (Computación) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires Etapas de una investigación. Disponible en: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://www.dm.uba.ar/materias/probabilidades_estadistica_C/2011/1/PyEC12.pdf

CASTELLÓN, D., Y ANDRADE, D. (2020). Enmiendas orgánicas para la remediación de suelos salino-sódicos del Valle Alto de Cochabamba. *Revista de Agricultura (Bolivia)*, 62, 57-64. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2268/260319>

CASTRO, V.I., LOAIZA, D.C.R. y VEGA, C., 2021. Bioprecipitación Inducida Con Cachaza De Caña De Azúcar Como Mecanismo Potenciador Para El Mejoramiento Estructural De Bloques De Tierra Comprimida. *Revista EIA*, vol. 18, no. 35, pp. 1-20. ISSN 1794-1237. DOI 10.24050/reia.v18i35.1423

CASAS, N. y GALVAN, A., 2019. Eficiencia de las enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos salinos en el distrito de San Vicente De Cañete – Lima.Pp. 1143. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1817>

CASTRO, I., 2017. Muestreo sistemático. [en línea], pp. 1-12. Disponible en: http://matematicas.unex.es/~inmatorres/teaching/muestreo/assets/cap_5.pdf

COUREL, G., 2019. Guia de estudio. Suelos Salinos y Sódicos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596.

DELGADO ZAMBRANO, ROBALINO ZAMBRANO. (2017). Aplicacion (in vitro) de consorcio de microorganismos y *Azolla caroliniana* para recuperacion de suelos salinos en muestrs del sitio co. 165-172. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/604>

DELGADO-LONDOÑO, D.M., 2017. Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*, vol. 1, no. 17, pp. 77. ISSN 2145-4086. DOI 10.21501/21454086.1907. Disponible en:<http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/1907>

GARCÍA DE LA ROSA, ALFONSO SAMUEL. 2020. Dosis de biofertilizante mineralizado a partir de cachaza y su efecto en el rendimiento de caña de azúcar (*saccharum spp híbrido*) en ciclo planta, en central el potrero. [En línea] julio de 2020. [Citado el: 02 de octubre de 2021.] Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/handle/1944/50296>

GUEVARA ORDOÑEZ. (2021). Aislamiento e Identificación de Bacterias Halófitas Para la Biorremediación de Suelos Salinos. 58. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GÁLVEZ TORRES, E., LEGUA CÁRDENAS, J., CRUZ NIETO, D., CARO SOTO, F. y INGA SOTELO, M., 2019. Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.). *Aporte Santiaguino*, ISSN 2070-836X. DOI10.32911/as. 2019.v12.n2.645

GHARAIBEH, M.A., ALBALASMEH, A.A., PRATT, C. y EL HANANDEH, A., 2021. Estimation of exchangeable sodium percentage from sodium adsorption ratio of salt-affected soils using traditional and dilution extracts, saturation percentage, electrical conductivity, and generalized regression neural networks. *Catena*, vol. 205. ISSN 03418162. DOI 10.1016/j.catena.2021.105466

GRANDEZ, M., 2017. Facultad de ingeniería. *Universidad Privada del Norte* [en línea], pp. 116. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27098>

HIDALGO, K., BOCOURT, R., MORA, L. y ALBELO, A., 2017. Physical- chemical and microbiological characterization of the concentrated vinasse from alcohol distillery Caracterización físico-química y microbiológica de la vinaza concentrada de destilería de alcohol. *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol.51, no. 4.

HURTADO DELGADO, D. A. (2019). 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. 1-130. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1791>

JAVIER, F., MORA, C., RAYDA, L., PANDO, G., OSWALDO, W. y BORJA, R., 2021. Sustainability of two rice production systems , one under salinity conditions in the yaguachi area and the other under normal conditions in the babahoyo irrigation and drainage system , ecuador. , vol. 20, no. 1.

KE, Z., LIU, X., MA, L., FENG, Z., TU, W., DONG, Q., JIAO, F. y WANG, Z., 2021. Rainstorm events increase risk of soil salinization in a loess hilly region of China. *Agricultural Water Management* [en línea], vol. 256, no. January, pp. 107081. ISSN 18732283. DOI 10.1016/j.agwat.2021.107081. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107081>

KHALILOVA, E.A., KOTENKO, S.T., ISLAMMAGOMEDOVA, E.A., GASANOV, R.Z., ABAKAROVA, A.A. y ALIVERDIEVA, D.A., 2017. Extremophilic microbial communities of saline soils and their diversity in the regions of the Caspian Depression. *Arid Ecosystems*, vol. 7, no. 2, pp. 116-120. ISSN 20790988. DOI 10.1134/S2079096117020068

KLOPP, H.W., ARRIAGA, F.J., LIKOS, W.J. y BLEAM, W.F., 2019. Atterberg limits and shrink/swell capacity of soil as indicators for sodium sensitivity within a gradient of soil exchangeable sodium percentage and salinity. *Geoderma*, vol. 353, pp. 449-458. ISSN 00167061. DOI 10.1016/j.geoderma.2019.07.016.

LOPE LOPE GIL JOSUE, 2021. REHABILITACIÓN DE SUELOS SALINOS - SÓDICOS CON ENMIENDAS ORGÁNICA, INORGÁNICA Y PRÁCTICA HIDROTÉCNICA PARA EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) EN INVERNADERO., pp. 116. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15896>

LUIS, P., 2004. Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, vol. 09, no. 08, pp. 69-74. ISSN 1815-0276.

MARADIAGA-RODRIGUEZ, W.D., PÊGO-EVANGELISTA, A.W., ALVES, J. y BERNARDES-DA COSTA, R., 2017. Effects of vinasse and lithothanmium application on the initial growth of sugar cane (*Saccharum* sp. cv. RB 86-7515) irrigated and not irrigated. *Acta Agronomica*, vol. 67, no. 2. ISSN 01202812. DOI10.15446/acag.v67n2.66082.

MURILLO MONTOYA, S.A., MENDOZA MORA, A. y FADUL VÁSQUEZ, C.J., 2019. La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, vol. 7, no. 1, pp. 58-68. ISSN 24224456. DOI 10.23850/24220582.2503.

NISHA, R., KIRAN, B., KAUSHIK, A. y KAUSHIK, C.P., 2018. Bioremediation of salt affected soils using cyanobacteria in terms of physical structure, nutrient status and microbial activity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 571-580. ISSN 17352630. DOI 10.1007/s13762-017 14197. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-017-14197>

PAICO, A. y S.K., 2019. Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019. *Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería*. S.l.: s.n. ISBN 0000000256. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50934>

PALMA, N., Y GUTIÉRREZ, G. (2013). Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas. *Rikolto*, 3, 1-40. Disponible en: <https://latinoamerica.rikolto.org/es/noticias/guia-cultivando-repollo-con-buenas-practicas-agricolas>

QUINTANILLA, J. Aplicación de residuos de la industria azucarera para la remediación de un suelo salino-sódico de Costa, [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3853/quintanilla-rosas-jose-emanuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMOS GUEVARA, K.E., 2021. Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos salinos en un área representativa de la zona de cayaltí, zaña- lambayeque.

La Molina_Factura-ratas., pp. 81. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_5e49812600ba4c4f7111d76fbdcc7b8c

SOLAGRO. 2019. <https://solagro.com.pe/blog/el-problema-de-salinidad-en-la-agricultura-peruana/>. [En línea] 09 de octubre de 2019. [Citado el: 04 de octubre de 2021.]

SWALLOW MJB, O'SULLIVAN G (2019) Biomimicry of vascular plants as a means of saline soil remediation. *Sci Total Environ* 655:84–91

SHANKAR, V. y EVELIN, H., 2019. Strategies for Reclamation of Saline Soils., pp. 439-449. DOI 10.1007/978-3-030-18975-4_19

SENATORE, D., 2017. Monitoreo de la aplicación de vinaza como fertilizante en caña de azúcar con indicadores microbianos de suelo. *Innotec*, ISSN 1688- 3691. DOI 10.26461/13.09

TORRES-LOZADA, L.K., ESCOBAR-MEDINA, D., SOTO-PAZ, J., DAZA-TORRES, M.C., TORRES-LOZADA, P., EVALUATION, P., MINERALIZATION, N., SOIL, A., TORRES-LOZADA, L.K., ESCOBAR-MEDINA, D., SOTO-PAZ, J. y CONS-, M., 2021. Evaluation of Nitrogen Mineralization in an Acid Soil with Inorganic and Organic Fertilization.

TAMAYO (2009). El proceso de la investigación científica, México, Limusa. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jthd40/poblacin-muestra-informantes-clave-variable-unidad-de-analisis>

VARGAS SAJAMI, KARIN VIERA BAYLÓN, A., 2019. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. *Universidad Andina del Cusco* [en línea], pp. 1-118. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VARGAS CORDERO, Z.R., 2009. La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, vol. 33, no. 1, pp. 155. ISSN 0379-7082. DOI 10.15517/revedu. v33i1.538

WANG, D., ZHAO, C., ZHENG, J., ZHU, J., GUI, Z. y YU, Z., 2021. Evolution of soil salinity and the critical ratio of drainage to irrigation (CRDI) in the Weigan Oasis in the Tarim Basin. *Catena* [en línea], vol. 201, no. 219, pp. 105210. ISSN 03418162. DOI 10.1016/j.catena.2021.105210. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105210>

XU, Z.M., TAN, X.Q., MEI, X.Q., LI, Q.S., ZHOU, C., WANG, L.L., YE, H.J. y YANG, P., 2018. Low-Cd tomato cultivars (*Solanum lycopersicum* L.) screened in non-saline soils also accumulated low Cd, Zn, and Cu in heavy metal-polluted saline soils. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, no. 27, pp.27439-27450. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-018-2776-6

YANG, C., LV, D., JIANG, S., LIN, H., SUN, Junqi, LI, K. y SUN, Juan, 2021. Soil salinity regulation of soil microbial carbon metabolic function in the Yellow River Delta, China. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 790, pp.148258. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.148258. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148258>

YANG, L., BIAN, X., YANG, R., ZHOU, C. y TANG, B., 2018. Assessment of organic amendments for improving coastal saline soil. *Land Degradation and Development*, vol. 29, no. 9, pp. 3204-3211. ISSN 1099145X. DOI 10.1002/ldr.3027

ZALIBEKOV, Z.G., 2018. Regularities of the Formation of Production Resources on Saline Soils of the Terek-Kuma Lowland. *Arid Ecosystems*, vol. 8, no. 2, pp. 83-88. ISSN 20790988. DOI 10.1134/S2079096118020105

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de Variables

variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Nivel de medición
V I: Enmiendas	Las enmiendas orgánicas se utilizan para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, aumentando así los macro y micronutrientes que necesitan las plantas para aumentar el rendimiento (Murillo Montoya, Mendoza Mora y Fadul Vásquez 2019)	Al aplicarse las enmiendas orgánicas en los suelos salinos sódicos, se determinarán sus propiedades físicas y químicas en el laboratorio de INIA, antes y después de aplicar las enmiendas.	Propiedades físicas	Estructura	Nominal
				Textura	Nominal
			Propiedades químicas	Potencial hidrógeno (pH)	Intervalo
				Conductividad eléctrica (CE)	Intervalo
				Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	Razón
				Presión osmótica (PO)	Razón
				Relación de adsorción de sodio (RAS)	Intervalo
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Intervalo				
VD: Recuperación de suelos salinos sódicos	Estos suelos presentan una concentración alta de sales solubles, por lo general la sal dominante es el cloruro de sodio (NaCl), por tal motivo el suelo también es llamado suelo salino sódico. La deposición de sal en el suelo ocurre por procesos primarios (naturales) o secundarios (antropogénicos) (Shankar y Evelin 2019).	Las enmiendas orgánicas que se emplearán para la recuperación de suelos salinos sódicos serán la cachaza y vinaza, las cuales serán aplicadas en diferentes dosis en macetas con 3 kg de suelo afectado. Para evaluar el impacto de la mejor dosis se utilizará la fórmula de eficacia que se basa en la concentración final menos la concentración inicial sobre la concentración inicial, todo multiplicado por el 100%.	Dosis	Peso de Cachaza Bajo 100% (9.52g) Medio 150% (14.28g) Alto 200% (19.04g)	Ordinal
				Volumen de Vinaza Bajo 100% (131.76 ml) Medio 150% (197.64 ml) Alto 200% (263.52 ml)	
			Impacto	Eficacia en %	Intervalo

Anexo 02: Zona donde se recolectó las muestras.



Anexo 03: Muestra recolectada para realizar método de cuarteo y colocar en las macetas.



Anexo 04: Macetas con papel filtro y grava.



Anexo 05: Muestras de suelo distribuida en las 9 macetas antes del tratamiento.



Anexo 06: Enmiendas de cachaza y vinaza.



Anexo 07: Dosis de cachaza y vinaza a porcentajes de 100 %, 150 %, 200 %.



Anexo 08: Pesado y medido de la cachaza y vinaza a distintos porcentajes.



Anexo 09: Aplicación de la cachaza y vinaza.



Anexo 10: Macetas con la aplicación de las enmiendas cachaza y vinaza.



Anexo 11: 1kg de los 9 tratamientos de las muestras de suelo rotuladas que se llevaron al laboratorio.



Anexo 12: Análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo testigo.



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: **COMPLETO** Muestras: **Suelos - 1**
 Nombre: **HOLSEN PERALTA LOPEZ**
SARA YULESSI MAXE AGUILAR
 Procedencia: **SAN JOSÉ** Fecha Emisión: **30/05/2022**

MUESTRA	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm					Ao	Lo	Ar	
TESTIGO	7.90	26.04	1.24	7.00	116	3.47	44	32	24	FRANCA

MUESTRA	Sodio Intercamb.	C I C	PSI	TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)
	meq/100 grs	meq/100 grs	%			
TESTIGO	2.637	16.682	15.810	SALINO SODICO	40.200	4.36

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 13: Análisis de los parámetros físicos y químicos del tratamiento 1.



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: **COMPLETO** Muestras: **Suelos - 1**
 Nombre: **HOLSEN PERALTA LOPEZ**
SARA YULESSI MAXE AGUILAR
 Procedencia: **SAN JOSÉ** Fecha Emisión: **30/05/2022**

MUESTRA	Extracto saturado						Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm	M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Ao	Lo	Ar	
T 1 - 1	7.85	28.31	0.42	7.20	103	3.50	46	30	24	FRANCA
T 1 - 2	8.00	24.90	0.46	7.60	112	3.53	42	32	26	FRANCA
T 1 - 3	8.10	28.30	0.50	6.80	114	3.60	47	30	23	FRANCA
MUESTRA	Sodio Intercamb.	C I C		PSI		TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)		
	meq/100 grs	meq/100 grs		%						
T 1 - 1	2.704	17.470		15.480		SALINO SODICO	39.765	4.60		
T 1 - 2	2.347	16.860		13.920		SALINO SODICO	40.026	3.87		
T 1 - 3	2.548	16.273		15.660		SALINO SODICO	38.860	4.30		

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 14: Análisis de los parámetros físicos y químicos del tratamiento 2.



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis: **COMPLETO** Muestras: **Suelos - 1**
 Nombre: **HOLSEN PERALTA LOPEZ**
SARA YULESSI MAXE AGUILAR
 Procedencia: **SAN JOSÉ** Fecha Emisión: **30/05/2022**

MUESTRA	Extracto saturado						Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm	M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Ao	Lo	Ar	
T 2 - 1	8.00	26.04	1.26	7.50	120	3.47	47	28	25	FRANCA
T 2 - 2	8.00	23.78	1.07	5.60	117	3.08	64	14	22	FRANCO ARCILLO ARENOSO
T 2 - 3	8.10	23.75	1.12	6.30	119	3.60	48	30	22	FRANCA
MUESTRA	Sodio Intercamb.		C I C		PSI		TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)	
	meq/100 grs		meq/100 grs		%					
T 2 - 1	2.195		16.266		13.500		SALINO POT. SODICO	39.000	3.56	
T 2 - 2	2.365		17.030		13.900		SALINO POT. SODICO	37.566	4.00	
T 2 - 3	2.198		16.858		13.040		SALINO POT. SODICO	38.965	3.50	

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 15: Análisis de los parámetros físicos y químicos del tratamiento 3.



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis	COMPLETO	Muestras	Suelos - 1
Nombre	HOLSEN PERALTA LOPEZ SARA YULESSI MAXE AGUILAR		
Procedencia	SAN JOSÉ	Fecha Emisión	30/05/2022

MUESTRA	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm					Ao	Lo	Ar	
T 3 - 1	8.15	27.17	1.28	7.75	122	2.96	65	18	17	FRANCO ARENOSO
T 3 - 2	8.20	22.64	1.3	7.20	130	3.20	62	16	22	FRANCO ARCILLO ARENOSO
T 3 - 3	8.20	23.78	1.17	6.80	125	3.40	63	18	19	FRANCO ARENOSO
MUESTRA	Sodio Intercamb.		C I C		PSI		TIPO DE SUELO	% de SATURACION	ENMIENDA (Ton. Yeso agrícola/Ha/Año)	
	meq/100 grs		meq/100 grs		%					
T 3 - 1	2.665		17.260		15.440		SALINO SODICO	36.870	4.52	
T 3 - 2	2.257		16.872		13.380		SALINO POT. SODICO	37.725	3.70	
T 3 - 3	2.465		16.226		15.200		SALINO SODICO	37.970	4.00	

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Anexo 16: Resultado analítico de las muestras de suelo



LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis	FERTILIDAD
Nombre	HOLSEN PERALTA LOPEZ SARA YULESSI MAXE AGUILAR
Procedencia	SAN JOSÉ
Muestra	SUELOS (10)
Fecha de Emisión	20/06/2022

Resultado: El resultado analítico de las muestras de suelo indica que el pH es de reacción medianamente alcalina en las muestras T-1-1, T-1-2, T-2-1, T-2-2 y PRE - T, de reacción alcalina en las muestras T-1-3, T-2-3, T-3-1, T-3-2 y T-3-3, Siendo el contenido de salinidad de valor alto. Con estos parámetros de salinidad y de Sodio Intercambiabile se caracteriza a las muestras de Salino Sódico en T-1-1, T-1-2, T-1-3, T-3-1, T-3-3 y PRE-T y de Salino Potencialmente Sódico a las muestras T-2-1, T-2-2, T-2-3 y T-3-2.

La fertilidad de las muestras presenta deficiencias de Fósforo en las muestras T-1-3, T-2-2, T-2-3 y T-3-3, de valor medio de Fósforo en las muestras T-1-1, T-1-2, T-2-1, T-3-1, T-3-2 y PRE-T; deficiencias de Potasio en todas las muestras, aceptable Carbonato de Calcio y bajo tenor de Materia Orgánica. La textura es del tipo Franca en las muestras T-1-1, T-1-2, T-1-3, T-2-1, T-2-3 y PRE-T, y del tipo Franco Arcillo Arenoso en las muestras T-2-2 y T-3-2 y del tipo Franco Arenoso en las muestras T-3-1 y T-3-3.

Ing° Dante Bolivia Díaz
Jefe Laboratorio de Química y Suelos