



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

“Influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad, 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera ambiental

Forma: Artículo científico

Autores:

Maria Fernanda Carolina Beltran Bazan

Arianna Zavaleta Figueroa

Asesor:

Jackeline Marilyn León Vargas

<https://orcid.org/0000-0002-8178-8818>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	LIANA YSABEL CARDENAS GUTIERREZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	WILBERTO EFFIO QUEZADA
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	JACKELINE MARILYN LEON VARGAS
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 78 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega trroid::1:3100090886

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguir de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Página 2 of 78 - Descripción general de Integridad

Identificador de la entrega trroid::1:3100090886

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a
nuestros padres, por siempre estar con
nosotros, seguir animándonos a dar lo
mejor de nosotras y no rendirnos

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios por permitirnos tener la seguridad durante las salidas a campo y laboratorio.

Luego, agradecer a nuestros padres por estar en esas traspasadas y siempre dándonos el apoyo moral que se necesita para seguir.

Finalmente, agradecer a nuestra casa de estudios por brindarnos docentes comprometidos con nuestro aprendizaje y darnos los espacios necesarios para realizar los análisis.

Tabla de Contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
Tabla de Contenido.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	21
CAPÍTULO III: RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	41
CAPÍTULO V: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	48
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>Ubicación de los Puntos de Muestreo según GPS</i>	26
Tabla 02. <i>Materiales y Maquinaria</i>	28
Tabla 03. <i>Análisis de varianza ANOVA de la Conductividad Eléctrica de los tratamientos de suelo proveniente de Virú</i>	31
Tabla 04. <i>Contraste múltiple de medias para la conductividad eléctrica de las cuatro semanas evaluadas de nuestra muestra de suelos, siguiendo el método de mínima diferencia significativa honesta con probabilidad de error PEI 0,05</i>	32
Tabla 05. <i>Análisis de varianza ANOVA del pH de los tratamientos de suelo proveniente de Virú</i>	32
Tabla 06. <i>Contraste múltiple de medias para el pH de las cuatro semanas evaluadas de nuestra muestra de suelos, siguiendo el método de mínima diferencia significativa honesta con probabilidad de error PEI 0,05</i>	37
Tabla 07. <i>Identificación inicial de bacterias obtenidas de una muestra de suelo salino</i>	39
Tabla 08. <i>Identificación secundaria de las bacterias halófilas a escala microscópica</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Diagrama de Variables	22
Figura 02. Diagrama especificado de las Variables.....	22
Figura 03. Diseño y Distribución de los Puntos Tomados.....	25
Figura 04. Variación promedio del parámetro pH para tres cepas bacterianas, durante 4 semanas .	33
Figura 05. Variación promedio del parámetro Ce para tres cepas bacterianas, durante 4 semanas .	34
Figura 06. Niveles de pH en las muestras obtenidas a distintos cm de suelo.	35
Figura 07. Niveles de Conductividad eléctrica en las muestras obtenidas a distintos cm de suelo..	35
Figura 08. Crecimiento de colonias a diferentes concentraciones de NaCl de las placas que contaron con la misma características.....	39
Figura 09. Recuento de microorganismos expresado en unidades formadoras de colonia por gramo de suelo (UFCg-2 suelo)	40
Figura 10. Evaluación del crecimiento de colonias de bacterias en un plazo de 24 horas y 48 horas. Con diferentes concentraciones de NaCl	41

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos, aplicando el modelo estadístico de ANOVA con contraste múltiple de medias. La investigación se dividió en dos fases, en la fase uno se realizaron pruebas de aislamiento, selección y replique de bacterias halófilas, además de crecimiento bacteriano y viabilidad en medio líquido con distintas dosis de cloruro de sodio al (3%, 6%, 9% y 12%); por otro lado, la fase 2 de análisis de laboratorio consistió en la determinación de variables edáficas puntuales (pH, conductividad eléctrica) en la siembra de las 7 muestras tratadas. Los resultados mostraron que un efecto directo de las bacterias halófilas en la disminución de la (Ce) del suelo, pasando de 5.3 a 2.8 ds/m (A1), 2.2 ds/m (C2), 3.2 ds/m (E3), valores que corresponden a salinidad muy ligera (< 2 ds/m). En relación con las variables, se demostro mejoras en las características evaluadas, de acuerdo con esto, se evidencia que las bacterias halófilas utilizadas en esta investigación tienen potencial para la rehabilitación de suelos salinizados.

PALABRAS CLAVES: Bacterias Halófilas, Suelos Salinos, Recuperación, Conductividad Eléctrica, Salinización.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la agricultura, la humanidad se ha visto afectada por la salinidad, la salinización de los suelos cultivables ha provocado migraciones que han sido documentadas a lo largo de la historia. La extensión de las áreas salinizadas se ha incrementado debido a la actividad antropológica en actividades agrícolas. Según, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2021), en la actualidad, la salinización y el endurecimiento del suelo es una de las amenazas globales más graves para las regiones áridas, semiáridas y las tierras agrícolas en las zonas costeras y el riego con aguas residuales en todos los climas.

Es así, como la salinización del suelo es un factor que impide el desarrollo efectivo de las plantas y es el principal causante de la erosión del suelo. Según la Oficina de Prensa de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2021), se estima que la salinidad global afecta a más de 833 millones de hectáreas de tierra, o el 8,7% de la corteza terrestre. Se ubica principalmente en ambientes naturalmente áridos o semiáridos de África, América Latina y Asia, la tierra irrigada en los continentes presentan alrededor del 20% y el 50% presencia de una alta salinidad, lo que significa que más de 1.500 millones de personas en todo el mundo enfrentan considerables dificultades para producir alimentos a causa de la degradación del suelo.

En efecto, los suelos salinos, según Mortis & Harter (2018), se encuentran generalmente en zonas secas, bajas y con mal drenaje, como a lo largo del Nilo en el norte de Sudán y Egipto. En las áreas húmedas, la cantidad de precipitación es mayor que la de evaporación. Los ríos y arroyos continúan su curso, llenando estanques o lagos y luego desembocando en arroyos de

drenaje. Pero en las regiones áridas la evaporación supera a las precipitaciones. En lugar de llenar y luego salir de la piscina el agua se acumula y, posteriormente, se evapora, dejando tras de sí depósitos de minerales extraídos del suelo en los alrededores de la piscina. A lo largo del tiempo, estos minerales se concentran hasta que las plantas halófilas, que son resistentes a la sal, no logran sobrevivir, lo que da lugar a la formación de "salinas".

Del mismo modo, Corea sufre las consecuencias de este problema, según los datos publicados por Estadísticos de Corea (2018), debido a la acumulación de sal el 55% del área de la fábrica de las áreas de cultivo han resultado dañadas, causando que actualmente la superficie de plantaciones familiares a nivel nacional es de 51.997 hectáreas. De igual manera España padece la misma dificultad ya que, según Lizarraga (2021), alrededor del 3% de los 3,4 millones de hectáreas de tierra irrigadas cada año en España son altamente salinas, y otro 15% corre un mayor riesgo de salinización.

Sumado a esto en Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2018) monitorea los recursos naturales del país, creando así su primer mapa nacional de suelos degradados por salinidad del país, en el cual se observó que 14 millones de hectáreas de territorio (12,3% del territorio colombiano continental e insular) están afectadas. La misma complicación sucede en México donde según SEMARNAT (2018) alrededor del 3.2% del territorio presenta problemas de salinidad del suelo, principalmente en los estados de

Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León y Oaxaca California, Veracruz y Zacatecas.

Es así, como también en el Perú, la salinización de las tierras es el problema más grave en la degradación de los suelos. Según el MINAGRI (2022) se pierden unas 3.000 hectáreas por año a causa de un drenaje inadecuado, lo que hace que el agua salada que se acumule bajo tierra y eventualmente suba a la superficie destruyendo las tierras de cultivo. Esto sucede en zonas cercanas al cultivo de arroz porque al cultivar este producto los agricultores inundan el terreno y el agua que contiene sodio no se vierte al mar como debería, sino que se acumula en el suelo bajo tierra, subiendo hasta quedarse en el suelo capilar.

En ese sentido, la costa Liberteña no está exenta de sufrir las consecuencias de la salinidad, en el distrito de Virú la actividad agrícola en sus valles es limitada por la limitada disponibilidad de agua para el riego y presentan un grave problema de drenaje especialmente en las zonas aisladas, según ANA (2017) se ha registrado que una extensión de 2460 Has son afectadas de manera ligera por la salinidad y que 390 Has se han visto perjudicadas de manera grave, estos suelos se encuentran ubicados en áreas depresionadas, circundadas por pequeñas elevaciones y huacas salinas que dificultan la evacuación de los excesos de agua.

A raíz de este problema se han realizado estudios en distintos países para la mejora o rehabilitación de los suelos salinos, señala Rodríguez y Hernández (2023) surgió la urgencia de crear soluciones sostenibles que contribuyan a mitigar la salinización del suelo para evitar un aumento de la superficie degradada de esta condición. Se considera una opción con gran potencial, por ejemplo, el uso de microorganismos como bacterias, algas, hongos y halófilos

puede convertirse en un método de tratamiento adicional para un manejo más integral y sustentable de suelos problemáticos. Los estudios in vitro y en invernadero descritos muestran que las bacterias halófilas poseen la habilidad de almacenar y trasladar sal., similar al conocido potencial de bioacumulación de las plantas.

Cabe mencionar que tras un análisis se identificó como variable independiente a las bacterias halófilas y como variable dependiente a los Suelos Salinos, la línea de investigación es perteneciente a la sub línea Remediación Ambiental, así como a la gestión empresarial y el desarrollo sostenible, ya que es uno de los enfoques más efectivos para disminuir el porcentaje de sodio intercambiable y la conductividad, es seguro, económico y fácilmente disponible para su uso.

Es por ello que esta investigación se ha considerado una alternativa innovadora al dilema que enfrentamos, la salinización, es así que se pretende analizar la influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de estos suelos salinos en Virú, La Libertad. Así mismo, se enfatizó que la salinización puede alterar la estructura, permeabilidad, aireación e infiltración en el suelo y que llega a causar dificultades vinculadas con la disponibilidad de alimentos, la fertilidad del suelo y la biodiversidad (Rodríguez, Higuera & Sanjuanelo, 2019), por lo que es de suma importancia preservar la calidad del suelo y encontrar métodos y medidas

de mejorarlo. Dentro de este contexto surge la siguiente interrogante: ¿Cómo influye la aplicación de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad?

Así mismo, Meng et al (2022) en su artículo, realizado en Malasia, teniendo como objetivo el uso del enfoque biológico de bacterias promotoras del crecimiento de plantas halotolerantes (HT-PGPB). Utilizando la metodología de aumento de cultivos mediante reproducción selectiva e ingeniería genética. Concluyendo, que dichos enfoques biológicos son una alternativa óptima y ecológica para remediar el estrés por salinidad y mejorar el crecimiento entre poblaciones sensibles a la sal, a través de bacterias halófilas para la producción de cultivos de arroz en tierras dominadas por sal.

Por otro lado, Luna et al (2020) en su investigación realizada en la ciudad de México teniendo como finalidad de destacar el valor de los suelos salinos y la capacidad de los microorganismos para reducir el daño causado al activar mecanismos para tolerar, resistir y fomentar el desarrollo de las plantas en existencia de sales y metales potencialmente tóxicos. Utilizando la metodología de Kushner, concluyó que los microorganismos halófilos son capaces de generar enzimas y sintetizar polisacáridos extracelulares, hormonas vegetales y compuestos quelantes para ayudar a determinadas plantas a desarrollarse en estos ambientes y desalinizar estos suelos. Tiene una gran adaptabilidad y potencial de aplicación en diversos procesos biológicos.

De la misma manera, Chan (2023) en su investigación realizada en México, tuvo como propósito determinar el efecto de la inoculación de bacterias halófilas sobre el crecimiento en

Zea mays bajo condiciones de estrés por salinidad, utilizando la metodología establecida por Sarker & AlRashid. Mostrando que las cepas bacterianas que afectan positivamente El desarrollo de las plantas mejora al incrementarse la altura, el diámetro del tallo, la longitud de las raíces, la biomasa aérea y la biomasa de las raíces en comparación con el tratamiento con fertilizante y el control. Además de promover el crecimiento vegetal, también disminuye la conductividad eléctrica, lo que indica una reducción de la salinidad del suelo.

Asimismo, Magaña (2021) en su trabajo de investigación realizado en México, tuvo como objetivo aislar y caracterizar bacterias halófilas presentes en dos sitios de suelo blanco en la RBLP, y se determinó su potencial de biofertilización in vitro.. Usando el método inferencia Bayesiana usando el programa Mr. Bayes, resultando que las bacterias halófilas/halotolerantes originarias de los suelos blanquizaes de la RBLP podrían ser, en el futuro, opciones prometedoras como agentes biofertilizantes para una agricultura sostenible. Además, Florencia et al (2019) en su artículo realizado en Buenos Aires con la finalidad de evaluar el efecto de las bacterias halófilas sobre la germinación y crecimiento inicial de plántulas de chíá en condiciones de estrés salino. Utilizando una metodología experimental, registrando que las bacterias T3.7, 3R.12, AN.21 y 3S.31 tienen amplias posibilidades de aplicación en suelos salinos, por los resultados positivos que mostraron.

Por otro lado, Rodríguez & Mora (2019) en su tesis publicada, realizada en Colombia, tuvo como objetivo evaluar seis bacterias halófilas para determinar su potencial en la reducción de la conductividad eléctrica (Ce) de suelos moderadamente salinos del municipio de Sáchica-Boyacá (Colombia). Utilizaron la metodología propuesta por el Instituto Geográfico Agustín

Codazzi, se observaron mejoras en los rasgos evaluados respecto al testigo absoluto, especialmente en altura de planta y número de hojas, concluyendo que los géneros: *Salinivibrio* sp., *Pseudomonas* halófila y/o *Falvobacterium* sp, bacterias halófilas que fueron utilizadas en esta investigación tienen potencial para la rehabilitación de suelos salinizados.

También, Ballesteros (2022) en su investigación realizada en Colombia, se encargó del aislamiento e identificación de bacterias halófilas a partir de muestras de suelo salino del municipio de Paipa, Boyacá, caracterizadas por un alto índice de salinidad debido al origen del suelo, debido al origen de dichos suelos, para esta investigación se realizó una metodología donde se analizarán áreas susceptibles del municipio de Paip. Concluyendo que a nivel biotecnológico se pueden utilizar distintos microorganismos con distintos fines, como encontrar bacterias halófilas capaces de descomponer la materia orgánica mediante procesos de amilólisis, celulosa y ligninólisis para restaurar suelos de alta salinidad.

De igual manera, Moncada (2018), en su trabajo realizado en Bolivia. Utilizando métodos y análisis de suelos de Miranda y Caballero, tuvo como objetivo evaluar el efecto de las bacterias halófilas y yeso con biofertilizante sobre características biológicas y químicas de un suelo salino-sódico, dando como resultado que se tuvo un buen efecto en la tierra y muestra nuevas oportunidades de restauración de suelos con problemas de alcalinidad o salinidad a

través de procesos biológicos a base de microorganismos halófilos que generan materias primas y aportarán en gran medida al sector agrícola, mostrando a su vez una disminución en sales.

Por otra parte, Solano y Fernandez (2022) en su artículo realizado en Colombia tuvo como finalidad el aislamiento de bacterias halotolerantes de sedimento de las salinas de Manaure (La Guajira). Utilizando la metodología de estandarización del cultivo bacteriano con el medio mínimo IRAM a diferentes concentraciones de cloruro de sodio. Concluyendo, que estos microorganismos tienen un gran potencial biotecnológico debido a su capacidad para producir una variedad de solutos compatibles que pueden estabilizar los suelos agrícolas. Además de generar compuestos de alto valor industrial, como enzimas, biopolímeros y solutos compatibles, también poseen propiedades fisiológicas que permiten su aplicación comercial.

Así mismo, Tellez & Alamo (2018) en su investigación realizada en Perú que tuvo como finalidad aislamiento, caracterización físico - química y análisis de la capacidad de captar NaCl in vitro de las halobacterias. Utilizando Para el aislamiento de bacterias se utilizó la metodología propuesta por Villota. Concluyendo, todas las cepas demostraron tener capacidad de captar NaCl in vitro, la que presentó mayor capacidad fue la bacteria *Kushneria sp.*, captó un 16.97 % NaCl. Además, Ordoñez (2021), en su trabajo de investigación realizado en Chiclayo, que tuvo como finalidad aislar *Bacillus* halotolerantes, comprobar su potencial biorrecuperador in vitro y recuperar los suelos salinos de manera más eficiente, tuvo una metodología de carácter comparativo, cuasi experimental, longitudinal . El efecto de

biorremediación se comprobó al inocular las cepas en diferentes concentraciones salinas en el suelo. Concluyendo que el *Bacillus* posee la capacidad de remediación de ese tipo de suelos.

También, Gonzales (2018), en su investigación realizada en Lambayeque teniendo como objetivo determinar Sanjos y bacterias halógenas extremas en las regiones de Sanjos y Santa Rosa para determinar las partículas de PHA y diagnosticar el desempeño de y (P/X) e identificar bacterias halógenas extremas con el máximo valor, utilizaron la metodología de Guzmán & Hurtad. La bacteria más eficiente fue reconocida como *Haloferax* sp.UNPRG M7, Concluyendo, que la existencia de bacterias halófilas extremas productoras de PHA (polihidroxicanoatos) en las salinas de Lambayeque.

De la misma manera, Gonzales (2021), en su trabajo realizado en Trujillo, tuvo como objetivo evaluar la efectividad de las técnicas de recuperación de suelos salinos utilizando microorganismos. La investigación a una metodología de recolección de muestras y aislamiento de bacterias. Finalmente, las bacterias de tipo gram positivo fueron los microorganismos que demostraron mayor efectividad en la recuperación de suelos salinos; además, esta técnica ha mostrado ser la más eficaz para obtener resultados óptimos.

Por otro lado, analizando las publicaciones de investigaciones en línea a través del tiempo, los métodos de remediación de suelos solían ser cambiando el sodio del complejo coloidal por otro catión, aplicando sobre todo sales de calcio solubles, sales de calcio de baja solubilidad, también denominada cal agrícola, aunque, no es fácil ni económico eliminar o reducir los niveles de sodio del suelo (Leal & Arias, 2015). Sin embargo también hay opciones

donde se aprovecha el mismo entorno para mejorar la calidad del suelo, desde usar plantas remediadoras o de mejor adaptabilidad hasta aprovechar la materia orgánica presente en el suelo (Faraj, Abdul & Hugoyop, 2016) y utilizar bacterias para mejorar la calidad del suelo no es nuevo. Según sus necesidades de sal, las bacterias halófilas se clasifican en halotolerantes, moderadamente halófilas y extremadamente halófilas (Faraj et al., 2016).

Ante estas circunstancias de salinización, es inevitable formar técnicas que restablezcan el suelo para reducir el contenido de sal. Se han desarrollado diferentes técnicas con el fin de mejorar el estado del suelo y la producción agrícola. Los poblados rurales pobres de los países en desarrollo son las más vulnerables a los desafíos globales de la salinización del suelo, la degradación de la tierra y la sequía (Mata- Fernández, 2014; Sun, et al., 2018; Almeida, et al., 2019), es así como la descomposición de la materia orgánica en el suelo es una actividad que realizan organismos como bacterias y hongos, que permiten que las raíces de las plantas absorben los minerales que están disponibles para ser absorbidos nuevamente. La función es importante porque muchos compuestos contaminados en el suelo pueden ser cambiados por microorganismos. (Aristizibal & Rodriguez, 2023).

Por lo cual se puede mencionar que las bacterias halófilas, son los microorganismos más eficaces para restaurar suelos salinos, ayudando con aquellas tierras agrícolas donde aún se es imposible sembrar, además, para acumular y transportar sales ha sido demostrada tanto en estudios in vitro como en invernadero, de forma similar a como se conoce el potencial de

bioacumulación de las plantas, ayudando económicamente la calidad del suelo en futuras plantaciones agrícolas (Vargas & Viera, 2019).

Por ese motivo, en esta investigación se plantea como objetivo general determinar la influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de suelos salino de Virú, La Libertad, asimismo, diagnosticar la situación actual de salinidad de los suelos del valle de Virú, La Libertad, analizar la resistencia de las bacterias a diferentes concentraciones de salinidad y determinar la eficiencia de los tratamientos en las muestras de suelos, así mismo se planteó la siguiente hipótesis, las bacterias halófilas influyen en el efecto remediador en los suelos salinos de Virú, La Libertad. Y, una hipótesis nula, las bacterias halófilas no influyen en el efecto remediador en los suelos salinos de Virú, La Libertad.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El enfoque considerado para esta investigación es un enfoque cuantitativo, según Hernández (2018) estos “se basan en un enfoque lógico y bien fundamentado para formular preguntas e hipótesis de investigación para su posterior validación”. Debido a que, este estudio utiliza estadísticas numéricas para analizar la influencia de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad.

Así mismo, es aplicada debido a que se encarga de “manipular una variable observable y observar el fenómeno que la controla creando controles” (Hernández, 2018). También, este estudio se enmarca en el tipo de correlación, según (Ramírez, 2015), que se refiere a la variable grado de correlación, es decir, “la población estudiada se mide por correlación con coeficientes que a veces son causales, a veces no causales”. Por ende, esta investigación es correlacional porque trabaja en analizar la influencia de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad. Dentro del propósito de la investigación, es de tipo aplicada, como (Lozada, 2014) menciona que es “utilizada por investigadores de la industria para la investigación aplicada, además busca directamente generar conocimiento aplicado problemáticas sociales. A nivel de producción, basado en la tecnología entre teoría y producto”.

Además, este estudio es un diseño experimental porque según Hernández (2018) “es un proceso cuya característica principal es la prueba cuantitativa de una relación causal entre una sola variable, que implica la manipulación o control de variables independientes, lo que requiere un plan de acción que puede crearse en etapas, como una intervención

procedimental”. Es decir, muestran el efecto de aumentar o disminuir la variable de control. Además, este estudio proporciona un enfoque transversal, específico de tiempo y lugar, que da como resultado calificaciones grupales y la información se puede recopilar sin observaciones repetidas, por lo tanto, en conclusión, este trabajo de investigación tiene un diseño factorial en bloques al azar, por manejar más de una variable.

Figura 01

Diagrama de Variables

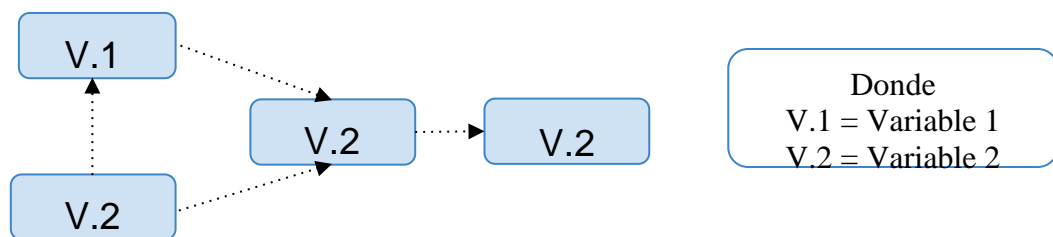
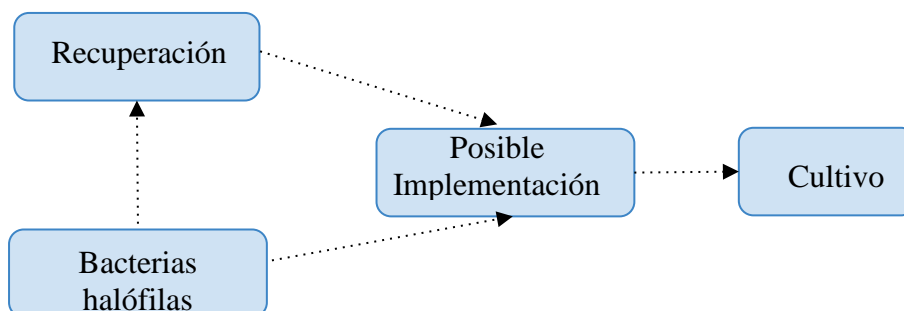


Figura 02

Diagrama especificado de las Variables



Así mismo, según Díaz (2019) menciona que “la población está compuesta por todos los elementos (personas, objetos, organismos, historias clínicas) que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación”. Por lo tanto, este estudio analiza una población limitada porque conoce la cantidad exacta de elementos que componen el estudio dado en este caso por un área de 0.5 Ha de suelos salinos pertenecientes al Distrito de Virú, región La Libertad, que cuenta con una población de 42.639 mil habitantes.

Además, López (2017) se refiere a la muestra como un “subconjunto o parte de la población que se estudia, existen programas que pueden obtener fórmulas para las cantidades de los componentes de la muestra, en forma de lógica”. Para lograr estipular la muestra se utilizará el enfoque probabilístico, que consiste en seleccionar individuos idóneos para el investigador, que serán los gramos de tierra de las hectáreas a evaluar, las cuales serán consideradas como muestra final. En el estudio el área de muestra fue de 1.5 kilos de tierra obtenida de 6 puntos del terreno salino de Virú. Cabe mencionar que la investigación se divide en dos procesos: descriptivo y experimental, el análisis descriptivo trata sobre las propiedades de los suelos salinos, especialmente los suelos muy afectados, y por otro lado, el proceso experimental al que serán sometidas las bacterias en las muestras de suelo.

Dentro del trabajo de gabinete realizado para la presente investigación se conoce los métodos para muestreo de suelos, se afianza de la ficha de muestreo de suelos que se encuentra dentro de la guía del muestreo de los suelos MINAM - 2014 como instrumento para el proyecto. Además se obtiene la metodología para analizar las diferentes propiedades

del suelo, como textura, estructura, consistencia, color, materia orgánica etc. como un indicador del estado de calidad para la observación. Uno de los principales es el **Método Sistema de Notación Munsell**, (Domínguez et al., 2012), este método nos permite determinar el color del suelo, es una herramienta útil, económica y fácil de usar para la evaluación del color del suelo en campo y en laboratorio. Así mismo el **método de Walkey y Black**, (Carrillo, 1985) para la determinación de la materia orgánica presente en las muestras de suelo este se basa en “la oxidación del carbono orgánico con ($K_2Cr_2O_7$), que reacciona con el carbono del suelo y lo oxidará transformándolo en CO_2 . Después se determinará la cantidad de oxidante que no ha reaccionado y se podrá estimar así la cantidad que ha reaccionado con el carbono” (Carreira, 2005). Mientras tanto, se obtienen análisis de suelos y de granulometría realizados en Virú en los años anteriores, donde según la empresa Alexa Construcciones (2020) muestra que los suelos de virú posee concentraciones de sales cloruros de 925.0 ppm y concentraciones de sales sulfatos de 835.0 ppm.

Por otro lado, como parte del trabajo de campo de la investigación, la selección de las muestras de suelo fueron tomadas en Virú, región La Libertad, se recolectaron las muestras de 6 puntos del área evaluada (0.5 Ha), 2 muestras de fondo y 4 de los límites, cada una obtenida a 15 cm de profundidad con un peso de 250gr por cada una, utilizando una pequeña pala, teniendo una muestra de 1.5 kg en total para, llenando así mismo la ficha de muestreo de suelos, de esta muestra se evalúan las bacterias presentes para su cultivo y posterior crecimiento. Luego se recolectaron 9 kilos de tierra a través de calicatas a 40cm en el mismo sitio, esto para separarlo en 6 muestras con 3 repeticiones cada una, que llevan 0.5 kilo de tierra, a las cuales se le aplican las diferentes bacterias para su observación.

Figura 03

Diseño y Distribución de los Puntos Tomados



Tabla 01

Ubicación de los Puntos de Muestreo según GPS

Puntos de Muestreo	Coordenadas			Hora de Muestreo
	Zona	Este	Norte	
P1	17L	745195	9063876	16:13:02
P2	17L	745234	9063902	16:24:55
P3	17L	745234	9063902	16:34:05
P4	17L	745205	9063911	16:43:38
P5	17L	745208	9063935	16:49:45
P6	17L	745214	9063954	16:54:23

Nota: se muestra de dónde y el tiempo fueron extraídas las muestras de suelo

Luego, como parte del trabajo en laboratorio se realiza el análisis físico de las muestras obtenidas, a través de las herramientas como el pH metro y conductímetro, diluyendo la tierra en agua destilada en proporción 1:2 se obtuvo el valor del pH y la conductividad eléctrica respectivamente, a esta última se le realizaron conversiones para hallar el nivel de salinidad en dS/m. Por otro lado, dentro del análisis biológico de las muestras se trata de identificar y recuperar el máximo número de bacterias halófilas y prevenir el crecimiento de microorganismos no interesantes, el **aislamiento de cepas bacterianas** se realiza en Plate Count Agar (PCA) modificado con NaCl al 1,5%, esto colocando 3 gr de NaCl en 200ml de agua destilada y 4.7 gr de PCA, mezclándolo en la estufa para evitar los grumos y llevarlo luego al autoclave eléctrico vertical para esterilizar el agar; una vez pasado el tiempo se preparan las placas que deben estar previamente esterilizadas, se coloca 15ml de PCA modificado en cada placa y se deja enfriar, luego se prepara la tierra, previamente homogeneizada y tamizada, en una relación de 1:100 con agua destilada para realizar la técnica de siembra por estrías en 8 placas petri, en “condiciones de crecimiento durante el período de incubación son 24 h a 37°C” (Sánchez & Arguello, 2006; Castro et al., 2011; Rojas, Moreno, Pardo, Obando, & Rivera, 2012).

Luego, se realiza la identificación de los tipos de bacterias presentes en las placas y se hallan similitudes de manera morfológica, se identificó un total de 24 bacterias en las 8 placas, de las cuales se pudieron agrupar en 7 clases. Después, se preparan placas con el medio de cultivo de Agar Nutritivo para evaluarlas de manera microscópica, identificando su forma, color, morfología, gram y bordes. Así pues, las cepas recuperadas se siembran en

placas de PCA con diferentes concentraciones de NaCl al 3%, 6%, 9% y 12%, donde se evalúa si la bacteria logró crecer o no en todas las concentraciones, de ellas se incluyen las que logran sobrevivir a las concentraciones más altas.

Por otro lado, para la evaluación de la tierra con salinidad, la muestra se esteriliza en la estufa para eliminar cualquier microorganismo presente que pueda afectar los resultados, en 18 baldes se coloca 0.5 kilos de tierra de los suelos salinos de Virú y se le aplica $10^{-2}UMT$ de las diferentes bacterias que hay en las 6 placas para realizar la evaluación de pH y conductividad eléctrica de manera semanal.

Para la realización del muestreo, incubación y análisis de las características de los suelos salinos antes, durante y después de la aplicación de los microorganismos halófilos y se necesitará:

Tabla 02

Materiales y Maquinaria

Materiales	Maquinaria
<p>MUESTREO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ficha de muestreo de suelos ● Envase hermético de 2 kilos para almacenar la muestra. <p>ANÁLISIS FÍSICO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Muestras de los suelos de Virú ● Agua destilada ● Probeta ● Pissetas ● Vasos de precipitación <p style="text-align: center;">ANÁLISIS DE MICROORGANISMOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Probeta de vidrio ● Plate Count Agar (PCA) ● Agar Nutritivo ● Caldo de cultivo ● NaCl ● Pissetas con agua destilada ● Varillas ● Bandeja ● Envase de vidrio de 200ml para almacenar el agar ● Placas petri ● Mechero de bunsen ● Vaso de precipitación ● Tubos de ensayo 	<p>MUESTREO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pala ● Balanza digital <p>ANÁLISIS FÍSICO</p> <ul style="list-style-type: none"> ● pH metro ● Conductímetro ● Balanza analítica ● Tamiz <p style="text-align: center;">ANÁLISIS DE MICROORGANISMOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Incubadora ● Balanza analítica ● Tamiz ● Estufa ● Autoclave eléctrico vertical

Por otro lado, de acuerdo a la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación, se tiene en cuenta que los instrumentos utilizados para el levantamiento estuvieron dentro de la validez y confiabilidad, teniendo en cuenta los procedimientos a seguir, se evaluó su pH, salinidad, presencia de materia orgánica, elementos biológicos, que fueron validados por expertos en ingeniería ambiental en el Instituto de Estudios Avanzados Trujillo-San Isidro. Una vez obtenido los resultados se implementó un análisis de varianza ANOVA con contraste múltiple de medias, utilizando el programa estadístico de Statgraphics, esto permite establecer que, en todos los tratamientos con bacterias halófilas, hay un efecto directo en la disminución de la conductividad eléctrica del suelo, indicando que sí influye en el nivel de salinidad.

De acuerdo a los aspectos éticos que posee la investigación, se rige en la normativa peruana que cuenta con leyes que hacen valer los derechos de cada autor en el ámbito académico, el Decreto Supremo N° 003-2009-EF, que establece el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1092, el cual aprueba disposiciones en la frontera para la protección de los derechos de autor, derechos conexos y derechos de marcas. Se reconoce el esfuerzo intelectual de cada uno de los autores mencionados en la investigación “Influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad”.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados de las evaluaciones realizadas sobre la influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de los suelos salinos. Se obtuvieron 4 muestras con sus respectivas repeticiones a evaluar (P0,P1,P2,P3), siendo P0 el testigo y las demás poseen diferentes concentraciones de cepas bacterianas halófilas, se evaluaron por un periodo de 4 semanas evaluando el nivel de salinidad del suelo. Esto para lograr el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación, se realizó un análisis de varianza ANOVA con contraste múltiple de medias para ver la influencia que tuvieron las bacterias halófilas sobre la salinidad de los suelos.

Tabla 03

Análisis de varianza ANOVA de la Conductividad Eléctrica de los tratamientos de suelo proveniente de Virú

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	100.304	2	50.1519	27.26	0.0000
Intra grupos	607.125	33	1.83977		
Total (Corr.)	161.016	35			

Tabla 04

Contraste múltiple de medias para la conductividad eléctrica de las cuatro semanas evaluadas de nuestra muestra de suelos, siguiendo el método de mínima diferencia significativa honesta con probabilidad de error PE1 0,05.

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	12	2.55833	X
2	12	3.71667	X
1	12	6.53333	X

Tabla 05

Análisis de varianza ANOVA del pH de los tratamientos de suelo proveniente de Virú

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	589.622	2	2.94811	5.48	0.0088
Intra grupos	177.585	33	0.538135		
Total (Corr.)	236.547	35			

Tabla 06

Contraste múltiple de medias para el pH de las cuatro semanas evaluadas de nuestra muestra de suelos, siguiendo el método de mínima diferencia significativa honesta con probabilidad de error PE1 0,05.

Repeticiones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	12	7.36833	X
1	12	8.06	X
2	12	8.32917	X

Esto permite identificar un efecto directo sobre la conductividad del suelo en todas las muestras y sus repeticiones, lo que indica que el tratamiento tiene un efecto. Además, los resultados de mediciones repetidas confirmaron la ausencia de diferencias significativas entre cepas.

Otro punto tomado para la investigación, es la caracterización de los suelos salinos obtenidos de Virú como parte del primer objetivo, evaluando el pH, conductividad eléctrica para determinar la salinidad de las muestras de tierra obtenida a 0, 5 y 15 cm de profundidad.

Figura 06
Niveles de pH en las muestras obtenidas a distintos cm de suelo.

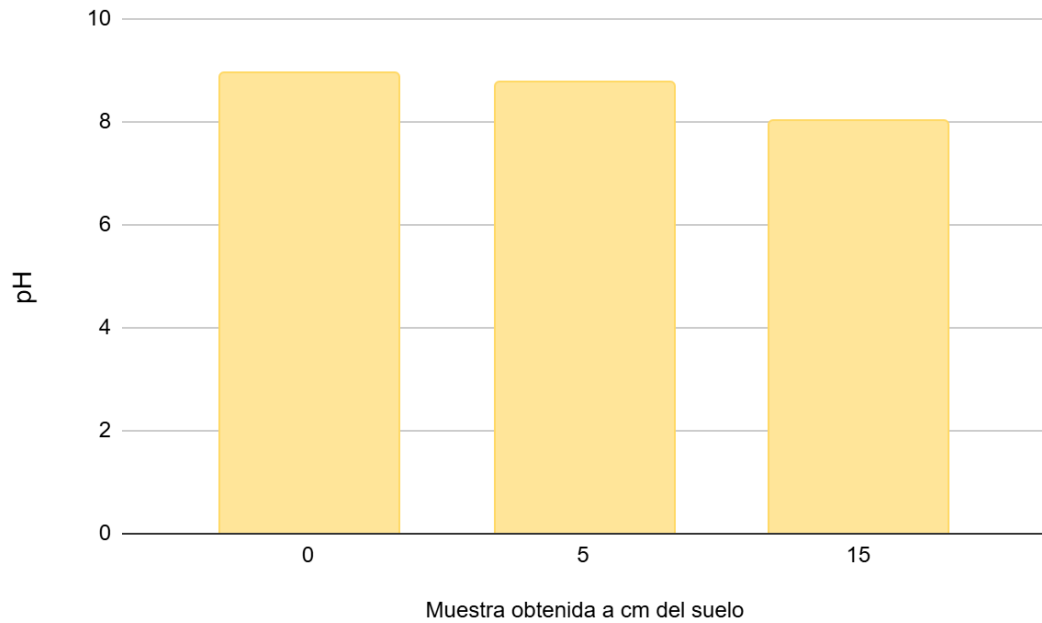
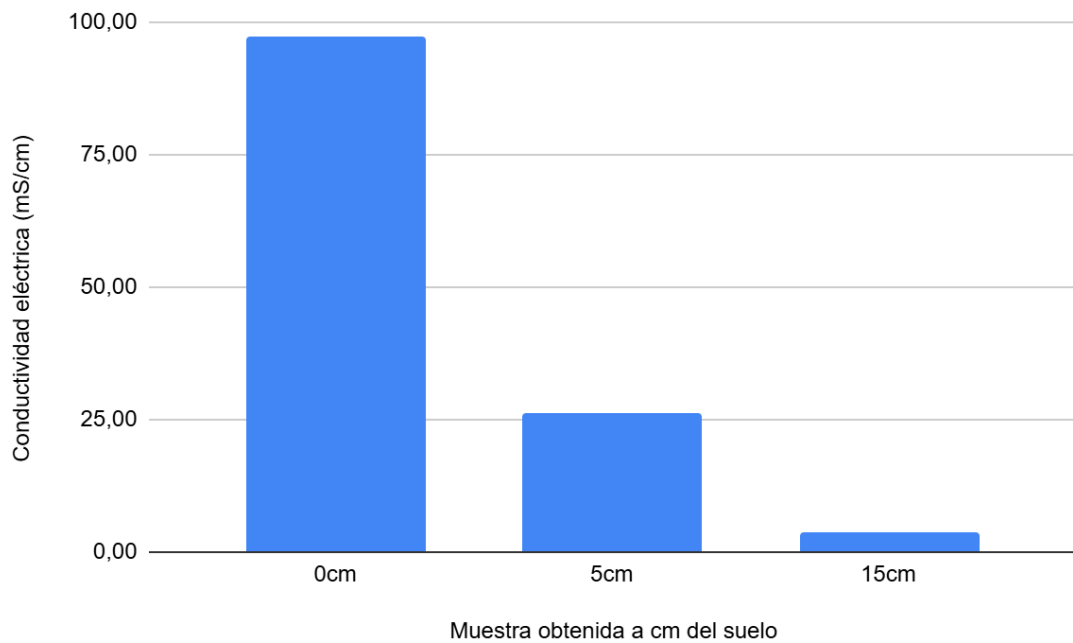


Figura 07
Niveles de Conductividad eléctrica en las muestras obtenidas a distintos cm de suelo.



Por otro lado, de la primera muestra recolectada en Virú, se prepararon 8 placas de petri (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8), donde se inocularon las bacterias, esto para el desarrollo del segundo objetivo, se cultivaron con el medio de crecimiento PCA modificado a 1.5% de NaCl el crecimiento fue abundante para las 8 placas en menos de 24 horas a 37 °C. En la tabla 3 se ve la clasificación morfológica de las bacterias halladas en cada placa identificando las similitudes de cada una para excluir la presencia de bacterias repetidas, se hallaron un total de 24 colonias en las 8 placas, de las cuales se identificaron a 7 bacterias diferentes.

Tabla 07

Identificación inicial de bacterias obtenidas de una muestra de suelo salino

Mx 1.5%		Tamaño	Forma	Borde	Color	Mismas Características
M1	1	Pequeña	Puntiforme	Entero	Blanco	A
	2	Mediana	Fusiforme	Entero	Amarillo	F
	3	Grande	Filamentosa	Filamentoso	Blanco	G
	4	Grande	Irregular	Ondulado	Amarillo	H
M2	5	Pequeña	Puntiforme	Entero	Verdoso	C
	6	Grande	Filamentosa	Filamentoso	Blanco	G
	7	Mediana	Irregular	Ondulado	Blanco	E
M3	8	Pequeña	Puntiforme	Entero	Blanco	A
	9	Mediana	Irregular	Ondulado	Blanco	E

	10	Grande	Filamentosa	Filamentoso	Amarillo	I
M4	11	Mediana	Fusiforme	Entero	Amarillo	F
	12	Grande	Irregular	Filamentoso	Amarillo	I
M5	13	Grande	Irregular	Ondulado	Amarillo	H
	14	Pequeña	Puntiforme	Entero	Verdoso	C
	15	Grande	Irregular	Ondulado	Blanco	E
M6	16	Mediana	Puntiforme	Entero	Blanco	A
	17	Grande	Irregular	Ondulado	Blanco	E
M7	18	Grande	Irregular	Ondulado	Blanco	E
	19	Pequeña	Puntiforme	Entero	Verdoso	C
	20	Pequeña	Irregular	Ondulado	Amarillo	H
	21	Grande	Filamentosa	Filamentoso	Blanco	G
M8	22	Pequeña	Puntiforme	Entero	Verdoso	C
	23	Grande	Irregular	Ondulado	Blanco	E
	24	Grande	Filamentosa	Filamentoso	Blanco	I

NOTA: Se agruparon las diferentes cepas por letras y colores para a partir de ellas trabajar

Luego, estas 7 bacterias halladas se cultivaron en Agar Nutritivo modificado al 1.5% en incubadora por 24 horas a 37 °C. para realizar un análisis microscópico, obteniendo así

una clasificación más exacta de cada una, teniendo en cuenta principalmente la tinción gram y el tipo de bacteria presente como se puede observar en la tabla 08.

Tabla 08

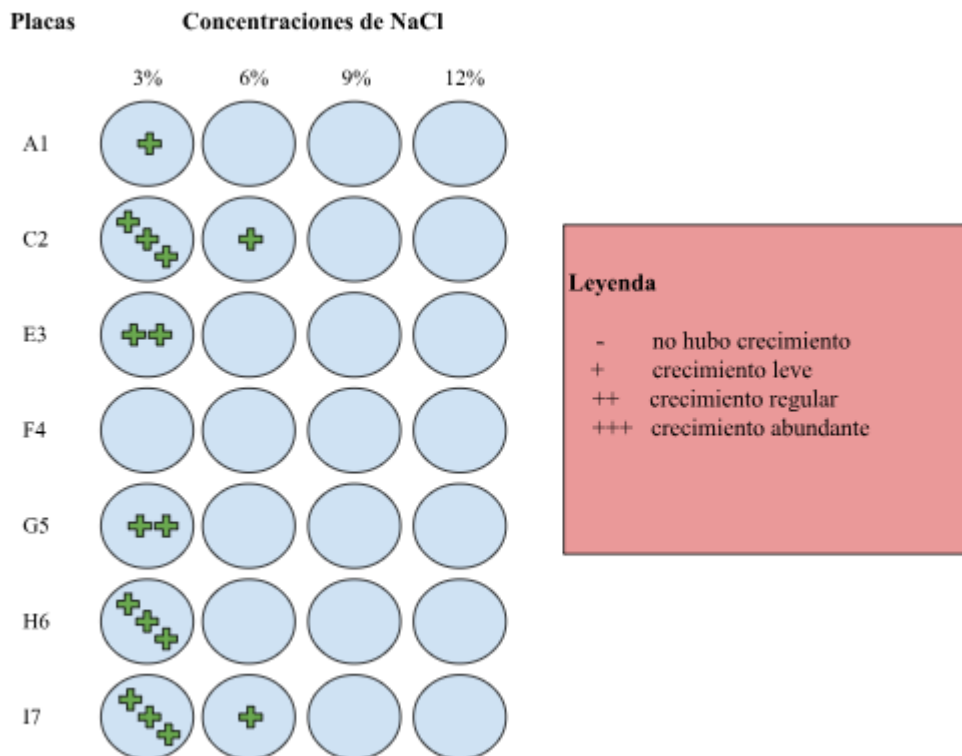
Identificación secundaria de las bacterias halófilas a escala microscópica

Cepa	Muestra	Morfología	Gram	Forma	Borde	Pigmento
A1	Suelo	Bacillus	+	Puntiforme	Entero	Blanco
C2	Suelo	Bacillus	+	Puntiforme	Entero	Verde
E3	Suelo	Bacillus	+	Irregular	Ondulado	Blanco
F4	Suelo	Bacillus	+	Fusiforme	Entero	Amarillo
G5	Suelo	Bacillus	+	Filamentosa	Filamentoso	Blanco
H6	Suelo	Bacillus	+	Irregular	Ondulado	Amarillo
I7	Suelo	Bacillus	+	Irregular	Filamentoso	Amarillo

Mientras tanto, las 7 bacterias identificadas se sometieron a una evaluación de resistencia a diferentes concentraciones de NaCl (3%, 6%, 9% y 12 %), de las cuales solo 6 lograron crecer en la concentración de 3% y 2 en las de 6% de salinidad. En la figura 8 se muestra el crecimiento de las bacterias en cada placa.

Figura 08

Crecimiento de colonias a diferentes concentraciones de NaCl de las placas que contaron con la misma características



Por otro lado, se hace el uso de las bacterias correctamente identificadas, aisladas y aumentadas, que se añade a las muestras de tierra salinas para el tercer objetivo, se realizaron 4 experimentos teniendo en cuenta 4 repeticiones con 0.5 kilos de tierra cada una: blanco, T1, T2, T3 para tener un resultado confiable, de estos se evalúa de manera semanal el nivel de conductividad eléctrica para conocer la salinidad presente y el pH de las muestras.

Figura 04

Variación promedio del parámetro pH para tres cepas bacterianas, durante 4 semanas

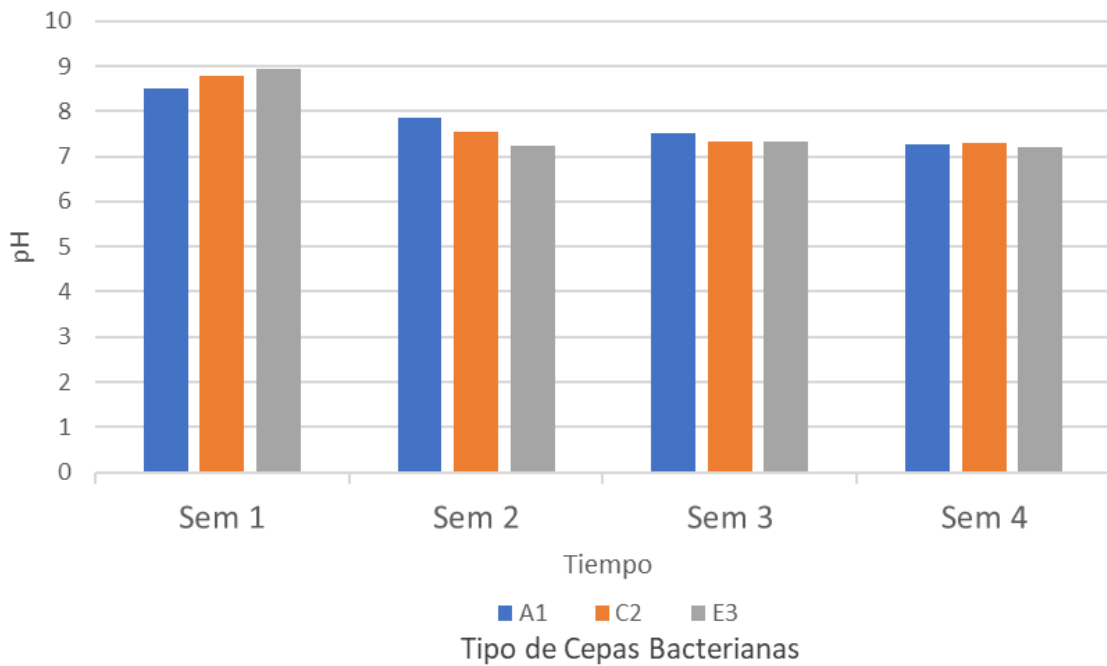
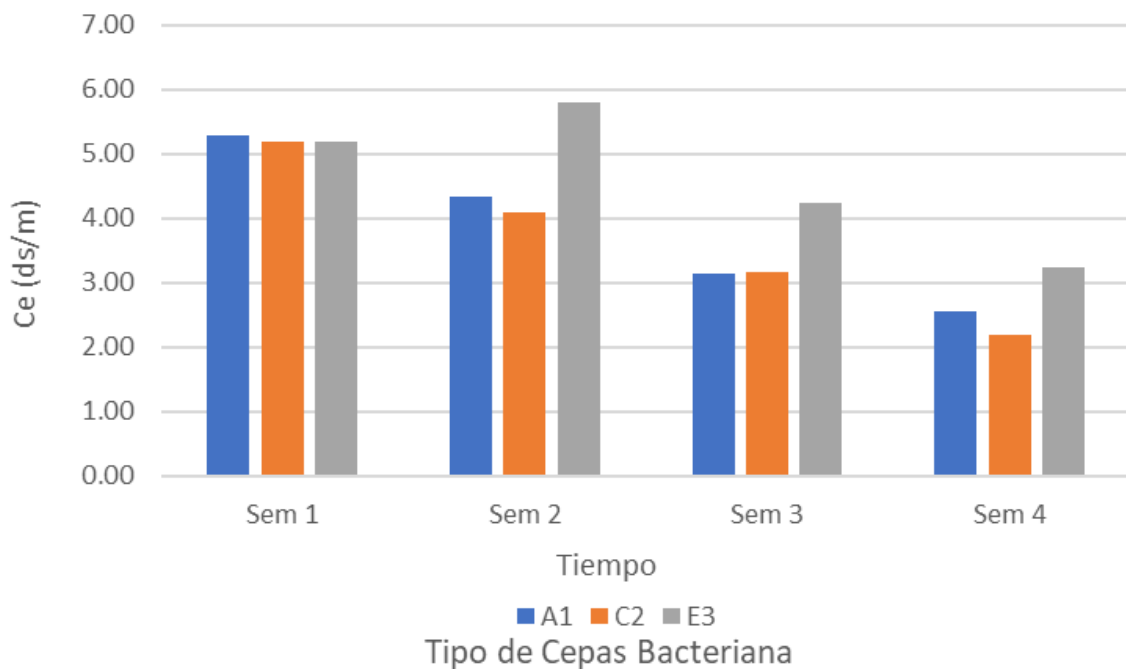


Figura 05

Variación promedio del parámetro Ce para tres cepas bacterianas, durante 4 semanas



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación se basa en el uso de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos utilizando microorganismos, abordando las preocupaciones sobre la pérdida de tierras con potencial agrícola, ecosistemas y biodiversidad que contribuyen a este problema. Según Guevara (2020), dichos microorganismos halófilos producen enzimas que sintetizan exopolisacáridos, hormonas vegetales y compuestos quelantes que ayudan a algunas plantas a crecer en este entorno y a desalinizar estos suelos. Tiene una gran adaptabilidad y potencial de aplicación en diversos procesos biológicos. Siendo fundamento para Moncada (2018) quien comprueba que tanto la parte biológica y química tiene un efecto beneficioso sobre el suelo y abre la posibilidad de rehabilitar suelos con problemas de salinidad y/o alcalinidad mediante procesos biológicos que generan materias primas a base de microorganismos halófilos, lo que tendrá un impacto significativo en el sector agrícola. Así también lo asevera Chan (2023), quien aplicó de manera *in vitro* 39 cepas bacterianas, las cuales permitieron poder ser empleadas en el futuro como biofertilizantes en el cultivo de maíz en condiciones de estrés salino.

Referente al objetivo general, analizar la influencia de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad, se analizó la salinidad de las muestras de suelo a distintos tipos de cepas bacterianas y a distintas concentraciones de cloruro de sodio, esto para poder verificar cual actuó de manera más eficaz. Nuestro análisis de varianza nos muestra que la cepa A1 tuvo mayor eficiencia en la disminución de la conductividad eléctrica (salinidad) de 5.3 a 2.2 dS/m en la misma muestra de suelo en las 4 semanas evaluadas, por tal motivo se considera lo indicado por Moncada (2018), ya que según su

análisis de varianza para la segunda experimentación con dosis ajustadas de biol muestra que existió una disminución paulatina de la conductividad eléctrica, siendo el mejor.

De forma similar, Rodriguez, Sanjuanelo & Higuera (2019), confirman que las cepas usadas en su estudio pertenecen al grupo de bacterias moderadamente halófilas, ya que pueden tolerar un amplio rango de concentraciones de sal, evidenciado en su crecimiento en diferentes concentraciones de NaCl. A diferencia de Cabanillas (2020) quien nos dice que el proceso les resultó un poco lento, y tardaron en obtener resultados. Así mismo, se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de ANOVA que se pudo concluir que, en todos los tratamientos con las cepas bacterianas halófilas, se observó un efecto directo en la reducción de la conductividad eléctrica del suelo. ($P = 7.279$) y disminución del pH ($P = 9.197$), lo que indica que sí hay influencia de los tratamientos sobre el suelo.

A partir de ello, con respecto al primer objetivo específico fue caracterizar fisicoquímicamente y morfológicamente los microorganismos hallados, se sometieron 8 placas con agar modificado al 1.5% de NaCl, para poder obtener el tamaño, forma, borde y color de las bacterias evaluadas, para a partir de ello poder trabajar con aquellas bacterias que cuenten con las mismas características, de acuerdo con Rodriguez, Sanjuelo & Higuera (2019), en base en las características morfológicas a nivel macroscópico teniendo en cuenta la forma, color, borde, elevación y superficie de las colonias; y, a nivel microscópico se seleccionaron las cepas que crecieron en la mayor concentración a 37 °C, (era necesaria esta temperatura ya que las bacterias normalmente crecen a ciertas temperaturas, si se hubiera

cambiado esta temperatura, posiblemente no hubieran crecido,) durante 24 horas - como las que mayor potencial podrían tener para disminuir la Ce.

Así mismo a partir de ellos quedaron seleccionadas 7 tipos de bacterias, se observaron los análisis que se hicieron en el laboratorio para poder saber que tipo de bacteria es y clasificación gram de cada bacteria, se reconoció que las todas las cepas pertenecen al grupo de bacillus, coincidiendo con Guevara (2021) donde se tomaron los 114 Bacillus Gram positivos por ser reportadas como bacterias capaces de tolerar gran cantidad de salinidad y ayudar a la promoción del crecimiento vegetal.

Por otro lado, como segundo objetivo se somete a prueba a las bacterias halófilas a distintas concentraciones de salinidad para observar su comportamiento en estos ambientes, estas se obtuvieron del distrito de Virú - La Libertad, los organismos halófilos tienen como principal característica la capacidad de adaptación a ambientes hipersalinos, entornos con concentraciones de al menos 10% de NaCl, sin embargo existen organismos que pueden tener respuestas diferentes en estos medios poco habituales, por ejemplo los llamados halotolerantes pueden crecer en zonas extremas, pero su óptimo crecimiento será en condiciones moderadas. En cambio, los conocidos como extremófilos requieren de manera tajante mantenerse en esas condiciones no habituales para un buen desarrollo (Fandiño, 2021). Rodriguez, Higuera & Sanjuanelo (2019) realizaron aislamientos de bacterias halófilas obtenidas de muestras de suelos, se cultivaron en agar nutritivo modificado al 1.5%, 3%, 6%, 9% y 12% de NaCl por 24h a 37 °C, de los cuales tuvieron un desarrollo más óptimo al 6%.

También Ballesteros (2022) optó por utilizar como medio Agar Nutritivo modificado a 3% , 6%, 9% y 12% de NaCl por 24h a 37 °C; por otro lado, Moncada (2018) utilizó 7,65 gr/Lt de NaCl para modificar el medio de cultivo PCA por 24h a 35 °C, sin embargo no tuvo un crecimiento óptimo, para mejorarlo le agregó 1ml de Biol; siguiendo, Guevara (2021) aisló las bacterias con TSA modificado al 5% de NaCl por 24h a 37 °C y Magaña (2021) aisló en TSA modificado con 0.5M de NaCl por 24h a 37 °C. En la presente investigación se optó como medio aislante el agar PCA modificado al 1.5%, 3%, 6%, 9% y 12% al igual que los primeros autores y el agar nutritivo al 1.5% para caracterización de las bacterias. La condición óptima para el crecimiento de las bacterias fue de 1.5% en un periodo de incubación de 24h a 37 °C donde 6 cepas de las 7 lograron desarrollarse hasta la máxima concentración de 6% coincidiendo con lo que menciona Fandiño que solo algunas son verdaderamente halófilas halotolerantes pues no se adaptaron las concentraciones, para poder confirmar esto se inocularon 7 cepas al 1.5% y todas pudieron crecer, luego se forzó a las bacterias a someterse 4 concentraciones superiores consecutivamente de cloruro de sodio, confirmando que algunas bacterias no pueden soportar un ambiente muy salino, ya que de las 6 de las 7 cepas sólo crecieron al 3 y 6%, una de ellas no creció, solo se quedo al 1.5%.

Otro punto importante en la investigación con respecto a nuestro tercer objetivo específico es la determinación de la eficiencia de los tratamientos de las cepas en las muestras de suelos. Las bacterias halófilas poseen mecanismos de adaptación a los niveles

extremos de salinidad, disminuye sus concentraciones de aminoácidos hidrofóbicos, la síntesis de proteínas, lípidos y ácidos grasos, hay más alteraciones morfológicas a concentraciones mayores a 2 M de NaCl, aumentan sus actividades al aumentar la concentración de NaCl, otro mecanismo es la acumulación de compuestos orgánicos, como polioles, azúcares, aminoácidos y/o derivados, que no afectan el metabolismo celular (Rodríguez y Hernandez, 2023). Por lo cual, se mantiene de hipótesis que a través de estos mecanismos de adaptación las bacterias logran reducir las concentraciones de salinidad en los suelos; de manera semanal se analizó los niveles de salinidad en cada muestra observando que a lo largo de 4 semanas para todas las muestras hubo una reducción de al menos el 50% de conductividad eléctrica y la estabilización del pH a 7. Igualmente Rodríguez, Higuera & Sanjuanelo (2019) evidenciaron una disminución en su conductividad eléctrica en sus muestras de suelos salinos pasando de 5.2 ds/m (salinidad moderada) a valores menores que < 1.0 ds/m - salinidad muy ligera.

En cuanto a la limitaciones e implicancias, fueron sobre todo la poca experiencia en los laboratorios, por ello a la hora de empezar con los resultados fue complicado la manipulación de algunos equipos. Así mismo, los laboratorios de la Universidad Privada del Norte - Trujillo, no permite el ingreso todos los días para evaluar las muestras y existieron ciertos retrasos en la obtención de los resultados, pues el laboratorio no contaba con el agar que se necesitaba para poder aislar las bacterias, entonces tomó tiempo adquirirlo en otra ciudad. Como implicancia la investigación es una alternativa que resulta ser viable y económica, así mismo puede ser replicada por otros estudiantes, y a la vez pueda servir como base para otros resultados.

Como recomendaciones se hace hincapié, en la metodología propuesta en la tesis desarrollada, la cual es una alternativa de recuperación de suelos salinos empleando bacterias halófilas, por su tolerancia a la salinidad y rápido potencial de eficiencia, y así poder contribuir a la recuperación de los suelos agrícolas, además se recomienda usar la ingeniería genética para analizar específicamente el potencial de biorremediación de cepas aisladas y volver a amplificar sus propiedades, seguido de aplicaciones más amplias en comparación con los métodos convencionales.

Finalmente se concluye que, el uso de bacterias halófilas tienen un efecto remediador en aquellos suelos con una salinidad alta - extrema, los resultados en las diferentes muestras son precisos y exactos como señala el análisis de varianza por lo cual los resultados son totalmente confiables.

De la misma manera, se logró evaluar que los suelos del valle de Virú se encuentran con una salinidad clasificada como extrema demostrada en su conductividad eléctrica de 90 mS/cm y un pH regular que se mantiene en 8.

También se analizaron la resistencia de las 7 cepas bacterianas halladas de los suelos de Virú a lo cual sólo 6 de ellas lograron desarrollarse en las concentraciones de 3%, 6% de NaCl, estas fueron las placas A1, B3, C3, F5, H6 e I7 las cual se usaron para la remediación de los suelos.

Se logró determinar que los tratamientos por bacterias halófilas fueron efectivas hasta en un 50% de disminución de conductividad eléctrica en un periodo de 4 semanas y mantener un pH saludable en 7.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2027). “*El Perú y el Cambio Climático*”. Recuperado de:
<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/tercera-comunicacion.pdf>
- Aristizibal, J & Rodriguez, M. (2023). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n2/0124-7107-reus-19-02-00309.pdf>
- Ballesteros, S. (2022). “Aislamiento e identificación de bacterias halófilas a partir de suelos salinos.” Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/366000411_AISLAMIENTO_E_IDENTIFICACION_DE_BACTERIAS_HALOFILAS_A_PARTIR_DE_SUELOS_SALINOS_ISOLATION_AND_IDENTIFICATION_OF_HALOPHILIC_BACTERIA_FROM_SALINE_SOILS
- Cárdenas, S., et al. (2022). “*Desarrollo de Zea mays L. por efecto de la inoculación de Bacillus spp. con actividad ACC desaminasa en suelos salinos y no salinos*”. Recuperado de:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_7a2fe0e6770c1fb67fc726a0404c06c0
- Carreira, D. 2005. Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo. En: L Marbán & S Ratto (eds). Tecnologías en análisis de suelos. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Pp. 91-102.
- Carrillo, I. (1985). “*La materia Orgánica*” Recuperado de: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/803/4/C.%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf>

- Chan, C. (2023). *“Efecto de la inoculación de bacterias halófilas sobre el crecimiento vegetal”*. Recuperado de:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/5049/1/Ayil_Chan_GA_MC_BIOSAT_2023.pdf
- CEUPE, (2023). *“¿Qué es la salinización ?”*. Recuperado de:
<https://www.ceupe.com/blog/salinizacion-del-suelo.html>
- Delgado, J. & Robalino, J. (2017). *“APLICACIÓN (IN VITRO) DE CONSORCIOS DE MICROORGANISMOS Y Azolla caroliniana PARA RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS EN MUESTRAS DEL SITIO CORREAGUA- MANABÍ”*. Recuperado de: <https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/604>
- Díaz, E. (2019). *“El protocolo de la investigación”*. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Domínguez, J., et al., (2012). *“Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos”*. Recuperado de:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100010
- Faraj, J., et al., (2016). *“LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA”*. Recuperado de:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009
- FAO. (2021). *“Día Mundial del Suelo: la FAO pone de manifiesto la amenaza de la salinización del suelo para la seguridad alimentaria mundial”*. Recuperado de:
<https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/es/c/1461054/>

Florencia, A., et al. (2019). “*Efecto promotor de crecimiento vegetal (PGP) de bacterias halófilas en la germinación de semillas de chíá bajo estrés salino*”. Recuperado de:
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/168866>

Gonzales, M. (2018). “*Rendimiento de polihidroxicanoatos de bacterias halófilas extremas aisladas de salinas en Lambayeque, 2012*”. Recuperado de:
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2447>

Gonzales, W. (2021). “*Evaluación de técnicas de recuperación de suelos salinos mediante utilización de microorganismos*”. Recuperado de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70795?show=full>

Hernández, D; Ferrera, R. & Alarcón, A. (2019). “*Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL*”. Recuperado de:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098

Hernandez, R. (2018). “*Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*”. Recuperado de:
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

IDEAM. (2018). *Lanzamiento Estudio Nacional de Degradación*. Recuperado de:
http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/lanzamiento-estudio-nacional-de-la-degradacion-de-suelos-por-salinizacion

Kearl, J., et. al. (2019). “*Salt-Tolerant Halophyte Rhizosphere Bacteria Stimulate Growth of Alfalfa in Salty Soil*”. Recuperado de:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.01849/full>

- Leal, T & Arias, N., (2015). “*Tecnologías de remediación de suelos salinos*”.
Recuperado de:
[https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2019/Vol10/Nro1/2-ACI1322-18-
full.pdf](https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2019/Vol10/Nro1/2-ACI1322-18-full.pdf)
- Lizarraga, A. (2021). “*Vigilancia de la salinidad en suelos de regadío mediante el sensor
electromagnético*” Recuperado de:
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_
2005_875_460_463.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_2005_875_460_463.pdf)
- Lopez, P. (2017). “*Población Muestra y Muestreo*”. Recuperado de:
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-
02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- Lozada, J. (2014). “*Investigación Aplicada*”. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Luna, G., et al. (2020). “Efecto de extracto acuoso de biocarbón en la germinación y
crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus*)”.
Recuperado de:
[https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26983/1/cdt170822100
353tnim.pdf](https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26983/1/cdt170822100353tnim.pdf)
- Mata- Fernández, (2014); Sun, et al., (2018); Almeida, et al., (2019). “*Biorremediación
de suelos salinos*”. Recuperado de:
<https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/reacae/article/download/388/889/2863>
- Magaña, M. (2021). “*Potencial biofertilizante de bacterias halófilas aisladas de suelos
salinos obtenidos de la reserva de la biósfera de los petenes*” Recuperado de:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4606/Magana_

Tzuc_MC_MC_Bioprospccion_Sustentabilidad_Agricola_Tropico_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meng, H., et.al. (2022). “*Setting a Plausible Route for Saline Soil-Based Crop Cultivations by Application of Beneficial Halophyte-Associated Bacteria: A Review*”. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/3/657>

MINAGRI. (2022). “*Disponibilidad hídrica y el uso planificado del agua es importante para la agricultura*”. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/297559-minagri-disponibilidad-hidrica-y-el-uso-planificado-del-agua-es-importante-para-la-agricultura>

Moreno, B., et.al. (2018). “*Revisiones sistemáticas*”. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072018000300184

Moncada, T. (2018). “*Efecto de aplicacion de biofertilizante con bacterias halofilas y yeso sobre características químicas y biológicas de un suelo salino – sodico*”. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20142>

Quispe, A., et.al. (2021). “*Serie de Redacción Científica*”. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000100017

Quizhpi, G. & Petronio, A., (2021). “*Evaluación de un consorcio de microorganismos halófilos para la recuperación de suelos salinos de Chone*”. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/25684>

Redaagricola, (2019). “*Los beneficios del uso de micorrizas y trichodermas*”.
Recuperado de: <https://www.redagricola.com/cl/los-beneficios-del-uso-de-micorrizas-y-trichodermas/>.

Rodriguez, M. ; Hernandez, G. & Busa, P., (2022). “*Perspectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos ectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos*”. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/369062747_Perspectivas_en_Biorremediacion_para_la_recuperacion_de_suelos_salinos#fullTextFileContent

Rodriguez, M. ; Higuera, N. & Sanjuanelo, D.. (2019). “*Bacterias halófilas con potencial para la recuperación de suelos salinizados en Sáchica-Boyacá, Colombia*”.
Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/333613738_Bacterias_halofilas_con_potencial_para_la_recuperacion_de_suelos_salinizados_en_Sachica-

Romero, A. et al, (2021). “*BIODEGRADACIÓN DE CARBOFURAN POR UNA CEPA DE Trichoderma sp. AUTÓCTONA Y SU POTENCIAL USO PARA LA BIORREMEDIAÇÃO DE SUELOS CONTAMINADOS*”. Recuperado de:
https://www.fca.unju.edu.ar/media/revista_articulo/Revista_Cientifica_FCA_Volumen14_2_2021-18-27.pdf

Sánchez & Arguello, 2006; Castro et al., 2011; Rojas, Moreno, Pardo, Obando, & Rivera, (2012). “*Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero*”. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(7), 1401-1415.

SEMARNAT. (2019). “El problema de la Salinidad de los Suelos”. Recuperado:
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Problema-de-la-Salinidad-de-los-Suelos.pdf>

- Solano, F. & Fernandez, P. (2022). “*Caracterización de Bacterias halófilas*”. Recuperado de: <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstreams/77565020-5d86-48eb-be62-d51662647e8f/download>
- Sheng, W., et. al. (2018). “*Diversity of Bacterial Microbiota of Coastal Halophyte Limonium sinense and Amelioration of Salinity Stress Damage by Symbiotic Plant Growth-Promoting Actinobacterium Glutamicibacter halophytocola KLBMP 5180*”. Recuperado de: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/AEM.01533-1>
- Tellez, G & Alamo, H. (2018). “*ISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA, MOLECULAR Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CAPTAR NaCl IN VITRO DE BACTERIAS HALÓFILAS PROVENIENTES DE LAS LAGUNAS DE MEJÍA, AREQUIPA – 2017*”. Recuperado de: <https://catalogo.ucsm.edu.pe/bib/11739>
- Uypan, C., et. al. (2021). “*Hongos rizosféricos de Echinopsis pachanoi “San Pedro hembra” y su potencial como promotores de crecimiento en Zea mays L. bajo estrés salino*”. Recuperado de: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-hacer/article/view/570/559>
- Vargas, S., et.al. (2019). “*Recuperación de suelos salinos mediante el vermicompost y las bacterias halófilas, en el distrito de San Bartolo, 2019*”. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_3db04d4b41989a3c647f142b109a83a2
- Wang, X., et. al. (2021). “*Halophyte Planting Improves Saline-Alkali Soil and Brings Changes in Physical and Chemical Properties and Soil Microbial Communities*”. Recuperado de: <http://www.pjoes.com/pdf-134087-68617?filename=Halophyte%20Planting.pdf>

Yupanqui, R. (2019). “*MÉTODOS PARA RECUPERAR SUELOS AFECTADOS POR LA SALINIDAD Y/O SODICIDAD*”. Recuperado de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/780/TB-Rocha%20R-Ext.pdf?sequence=10&isAllowed=y

ANEXOS

- *Anexo 01. Matriz Operacional*

Título: “Influencia de microorganismos halófilos autóctonos para la recuperación de suelos salino de Virú, La Libertad”

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Dependiente Suelos salino	Un suelo salino se caracteriza por el exceso de sales solubles que posee, estas impiden el desarrollo de los cultivos agrícolas. Las principales sales que se pueden encontrar en el suelo son: cationes de sodio (Na ⁺), calcio (Ca ²⁺), magnesio (Mg ²⁺), aniones cloruro (Arvenis,2020).	Suelen ser suelos no muy aptos para la producción agraria, pastoral y forestal, así como que de este hecho se deriva que (ii) las prácticas humanas que generan la salinización de los suelos merman, o incluso impiden su vocación productivista (Ibañez, 2017).	Degradación generada en los suelos	pH	pH
				Conductividad eléctrica	dS/m
				Materia Orgánica	%

Variable Independiente	Son seres vivos pequeños que no pueden ser observados a simple vista. Estos pueden pertenecer a diversos grupos como: protozoarios, algas, hongos y bacterias (Álvarez, 2018).	Operativo y carece de cualquier implicación taxonómica o filogenética, dado que engloba organismos unicelular	Concentración	Concentración	UFC/ml
Microorganismos					

• *Anexo 02. Matriz de Consistencia*

Título: “Influencia de microorganismos halófilos autóctonos para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad”

Pregunta de investigación:	Hipótesis 0:	Objetivo General:	Variable Dependiente	Tipo de investigación:	Población:
¿Cómo influye la aplicación de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad?	Las bacterias halófilas no influyen en el efecto remediador en los suelos salinos de Virú, La Libertad.	Analizar la influencia de bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos de Virú, La Libertad.	Suelos salino	Correlacional aplicativa	0.5 Ha del valle salino de Virú
				Enfoque: Cuantitativo	Muestra: 1.5 kilos de tierra del valle salino de Virú
				Diseño: Experimental transversal	

<p>Hipótesis 1:</p> <p>Las bacterias halófilas influyen en el efecto remediador en los suelos salinos de Virú, La Libertad.</p>	<p>Objetivo Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnosticar la situación actual de salinidad de los suelos del valle de Virú, La Libertad. - Analizar la resistencia de las bacterias a diferentes concentraciones de salinidad. - Determinar la eficiencia de los tratamientos en las muestras de suelos. 	<p>Variable Independiente</p> <p>Microorganismo s halófilos</p>	<p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de recolección de datos - Guia para el muestreo de suelos (MINAM, 2013)
--	--	--	--

• *Anexo 03. Variación promedio del parámetro ph y ce para tres cepas bacterianas, durante 4 semanas*

Cepa	Repeticiones	pH				Conductividad Electrica (Ce)			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
C2	1	8.5	7.30	7.33	7.25	5.3	4.7	3.2	2.6

	2	8.53	8.12	7.60	7.30	5.3	4.2	3.2	2.2
	3	8.50	8.11	7.62	7.30	5.3	4.1	3.0	2.9
H6	1	8.79	7.56	7.30	7.30	5.2	4.1	2.8	2.2
	2	8.78	7.52	7.32	7.30	5.2	4.1	3.1	2.2
	3	8.79	7.52	7.35	7.32	5.2	4.1	3.6	2.2
I7	1	8.95	7.25	7.35	7.20	5.2	6.2	4.3	3.2
	2	8.94	7.23	7.34	7.22	5.2	5.1	4.2	3.3
	3	8.94	7.23	7.34	7.20	5.2	6.1	4.2	3.2

- Anexo 04. Ficha de Muestreo de Suelo

DATOS GENERALES:	
Nombre del sitio en estudio: Valle Salino de Virú	Departamento: La Libertad
Razón social: —	Provincia: Virú
Uso principal: Investigación	Dirección del Predio:
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:	
Nombre del punto de muestreo: P11	Operador:
Coordenadas: X: 145195 Y: 9063876	Descripción de la superficie: suelo desnudo
(UTM, WGS84)	(ve. asfalto, cemento, vegetación)
Temperatura (°C): 20°C	Precipitación (sí/no, intensidad): NO
Técnica de muestreo: sondeo manual	Instrumentos usados: palana, balanza electrónica, bolsos ziploc
(p.e. sondeo manual/semi-mecánico/mecánico; zanja, etc.)	
Profundidad final: 25 cm	Napa freática: NO
(en metros bajo la superficie)	(sí/no, profundidad en m)
Instalación de un pozo en el agujero: NO	Relleno del agujero después del muestreo: NO
(sí/no, descripción)	(sí/no, descripción)
DATOS DE LAS MUESTRAS:	
Clave de la muestra: P101	
Fecha: 29/08/23	
Hora: 15:13	
Profundidad desde: 0 cm	
(en metros bajo la superficie)	
Profundidad hasta: 25 cm	
(en metros bajo la superficie)	
Características organolépticas:	
Color: marrón	
Olor: NO	

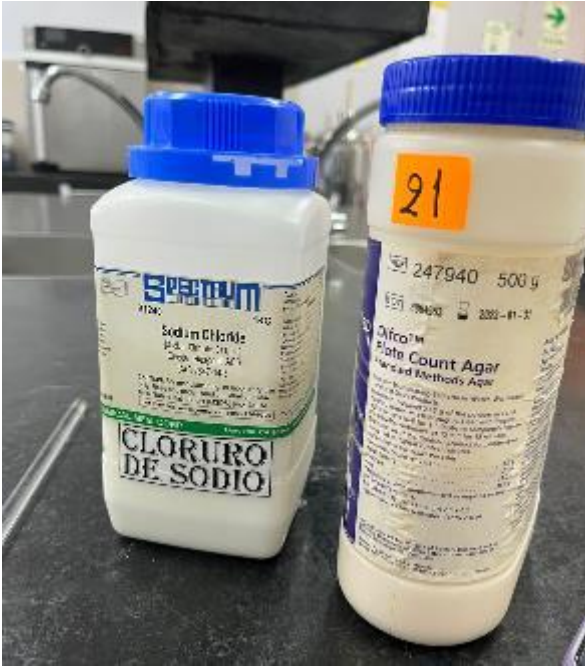
- *Anexo 05. Tomado de muestras de suelo, de Virú - La Libertad*



- *Anexo 06. Evaluación de las muestras de suelo para pH y ce a través del multiparámetro*



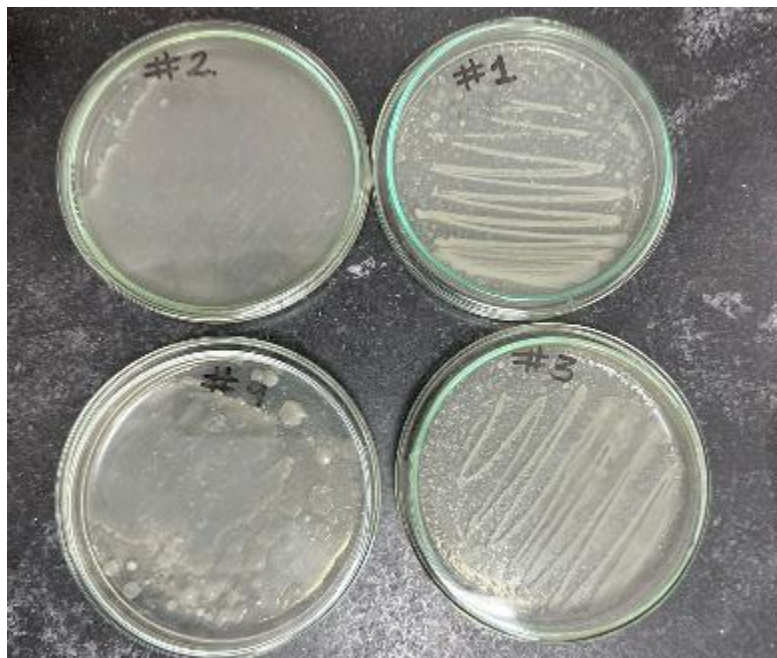
- *Anexo 07. Preparación del agar al 1.5% de Cloruro de sodio*



- *Anexo 08. Inoculación de las placas*

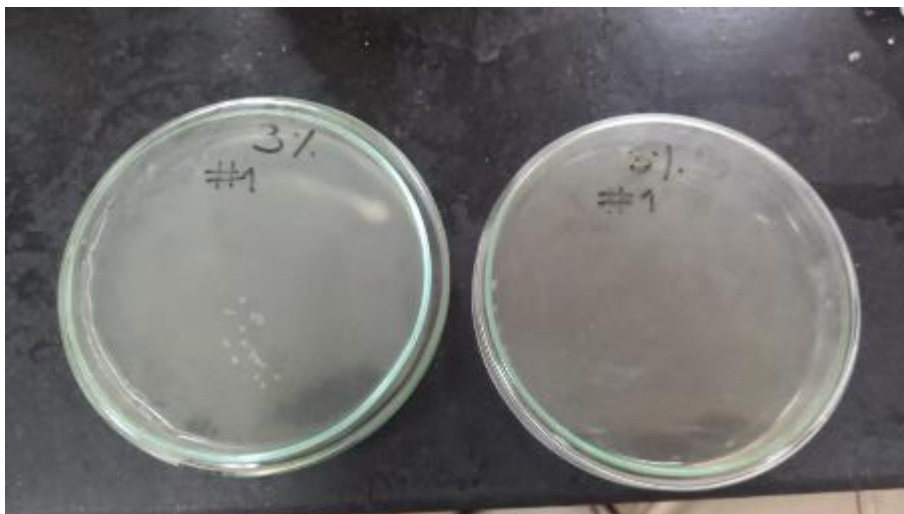


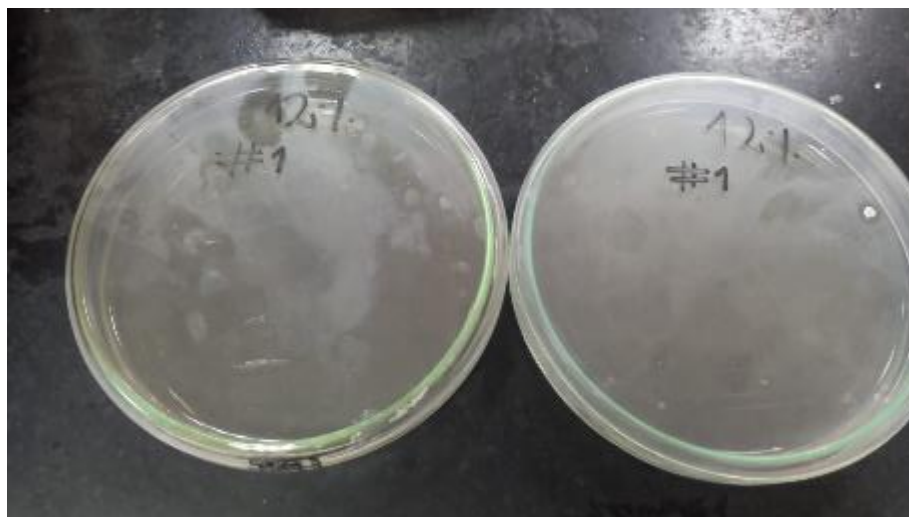
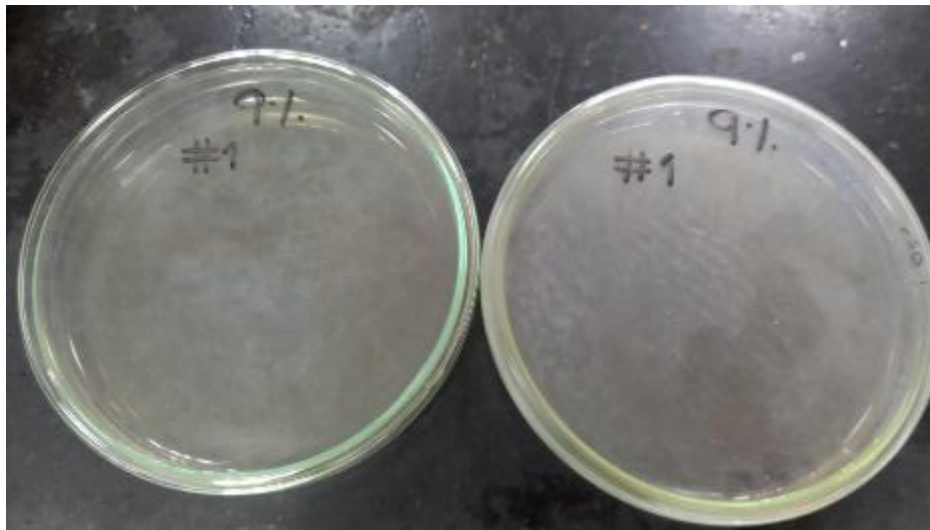
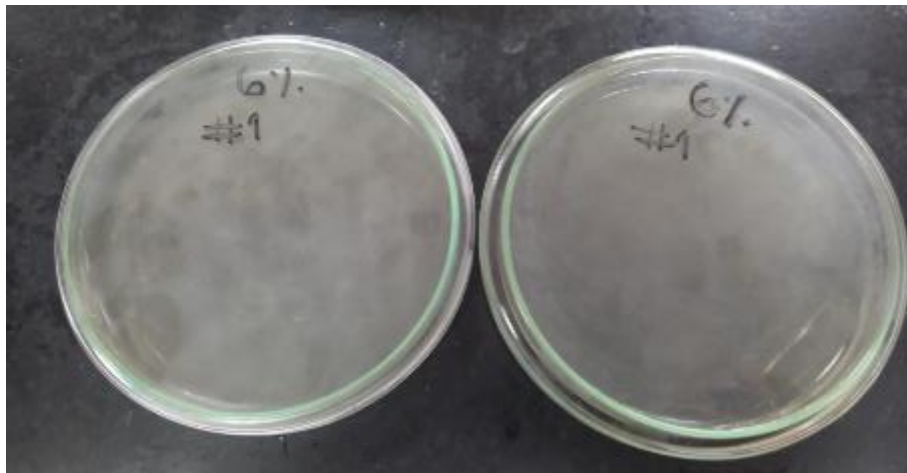
- *Anexo 09. Placas aisladas con bacterias halófilas que poseen las mismas características*



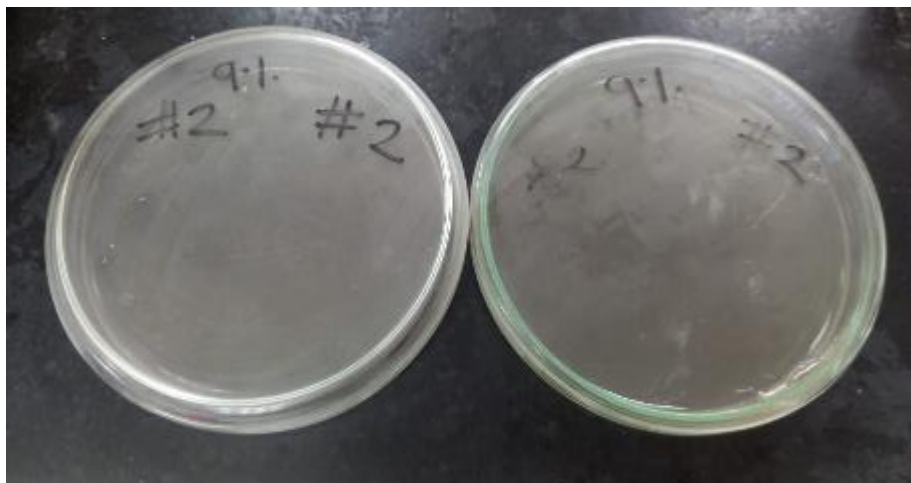
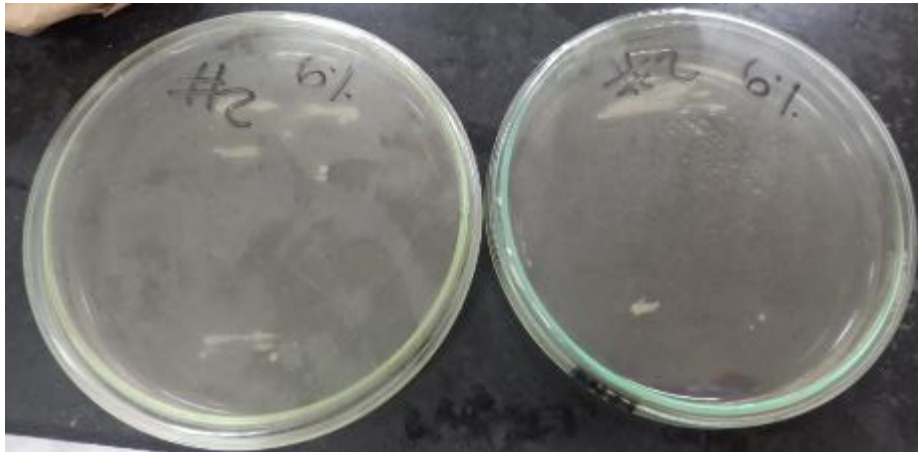
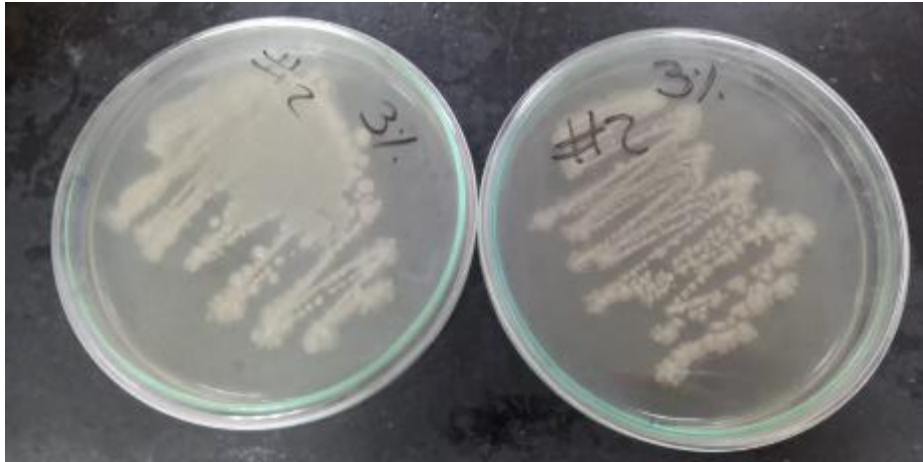


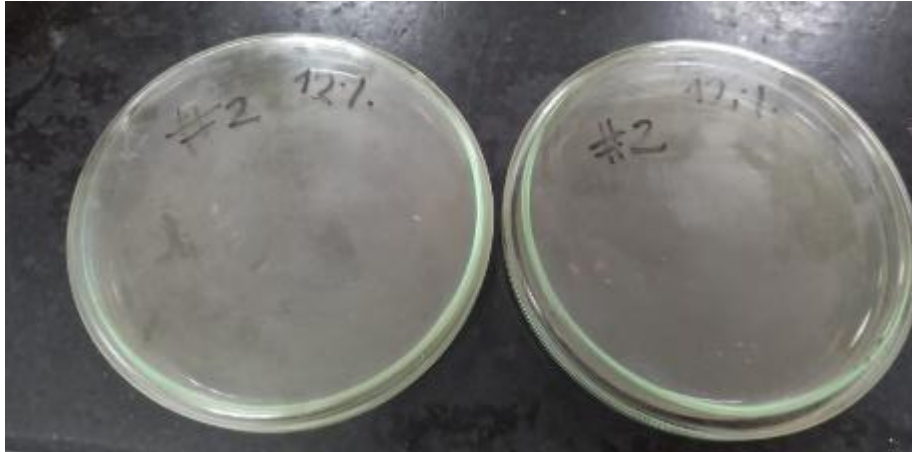
- *Anexo 10. Cepa 01 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*



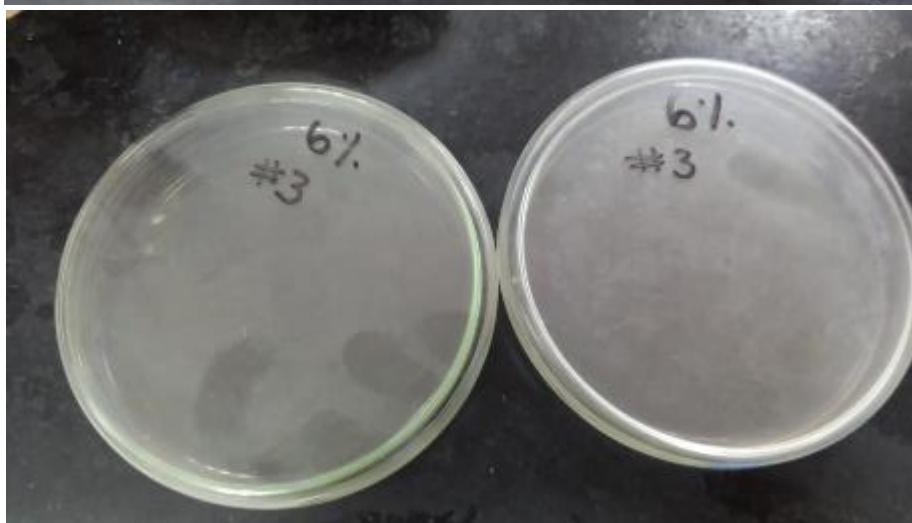
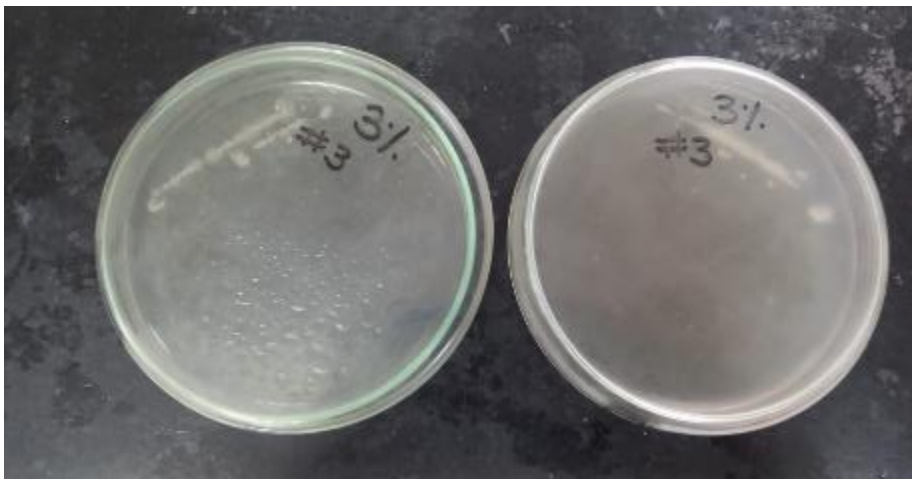


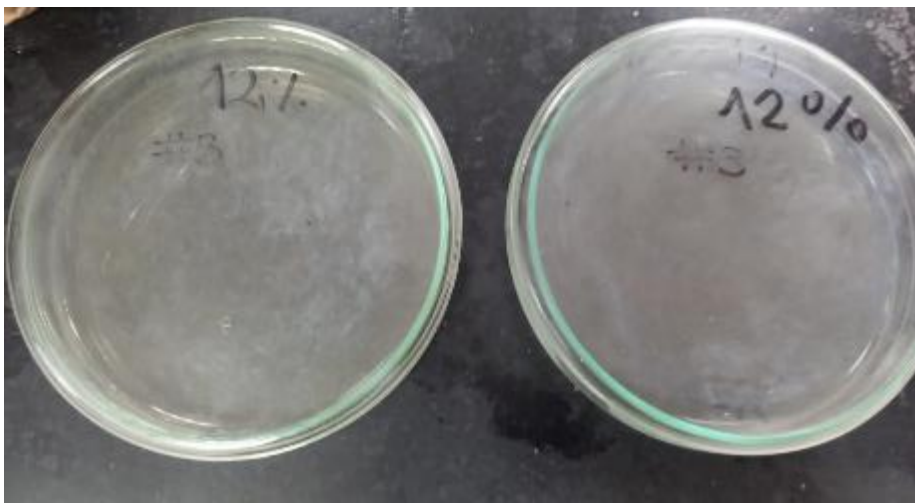
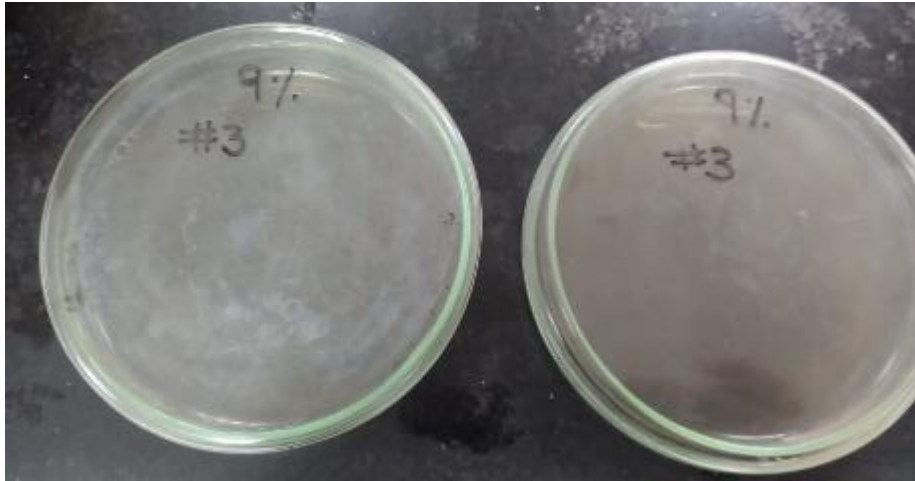
- *Anexo 11. Cepa 02 de bacteria halofila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*



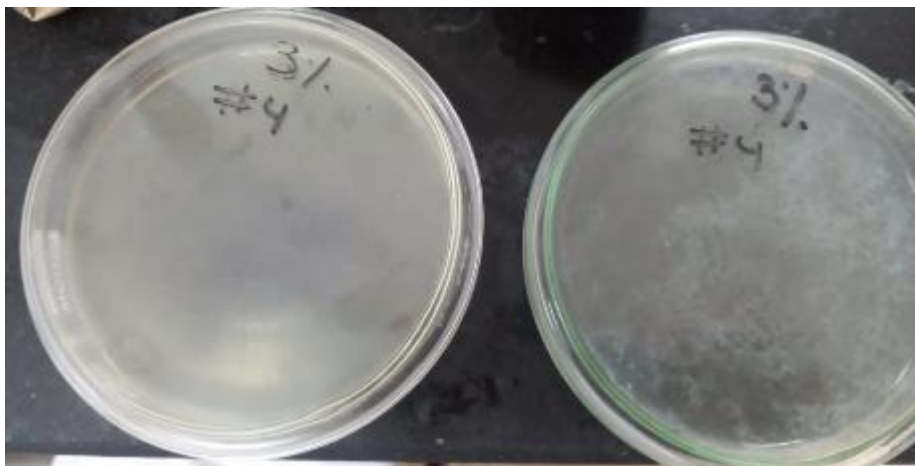


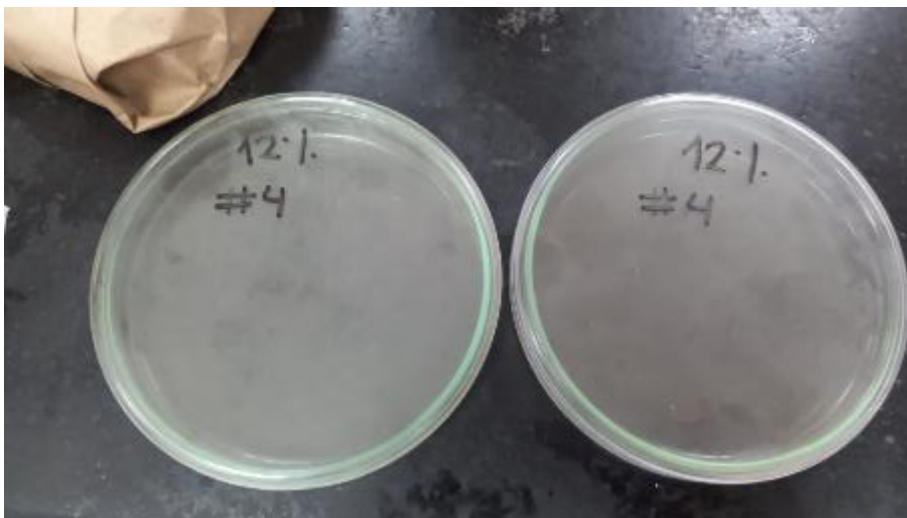
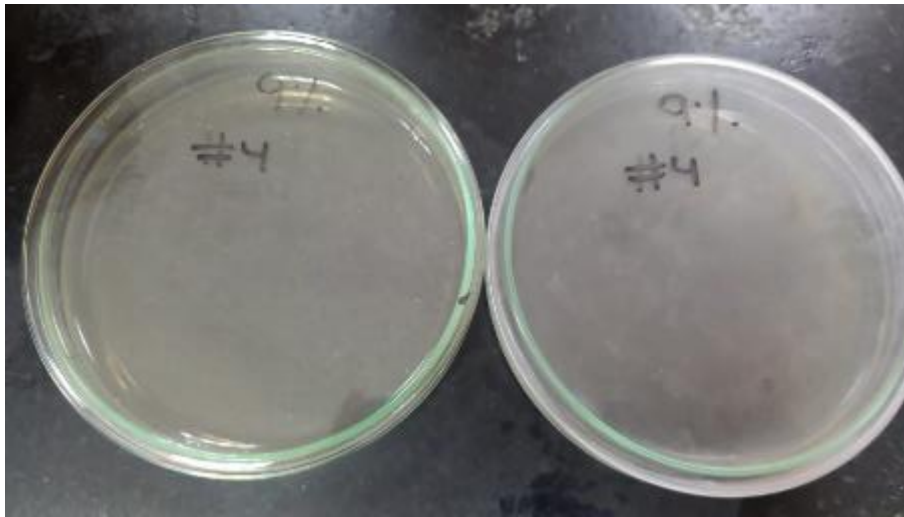
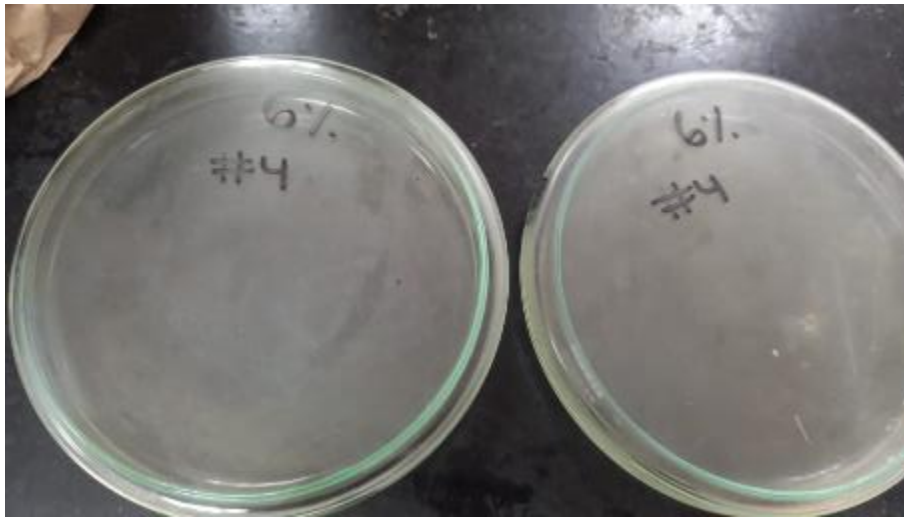
- *Anexo 12. Cepa 03 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*



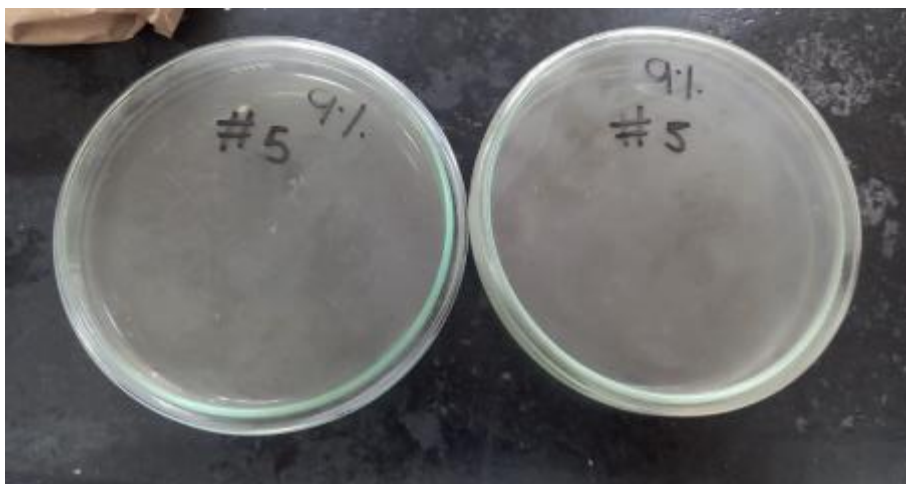
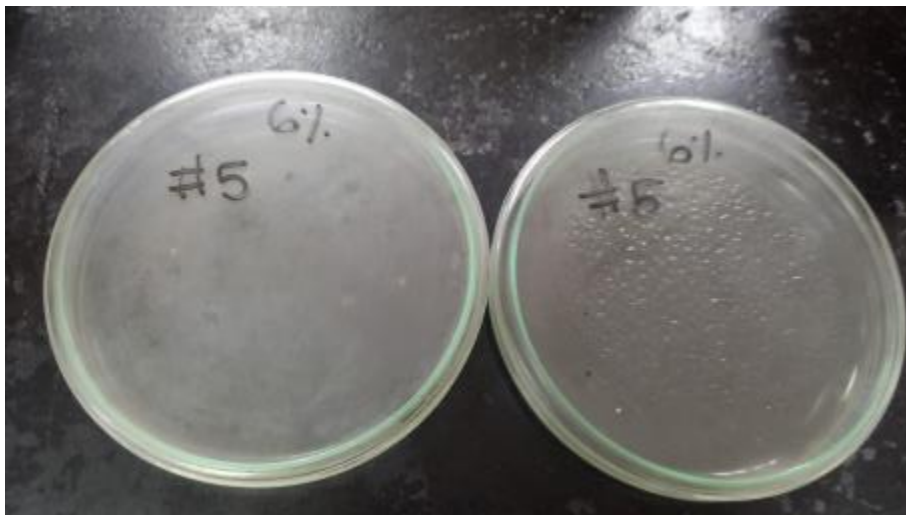


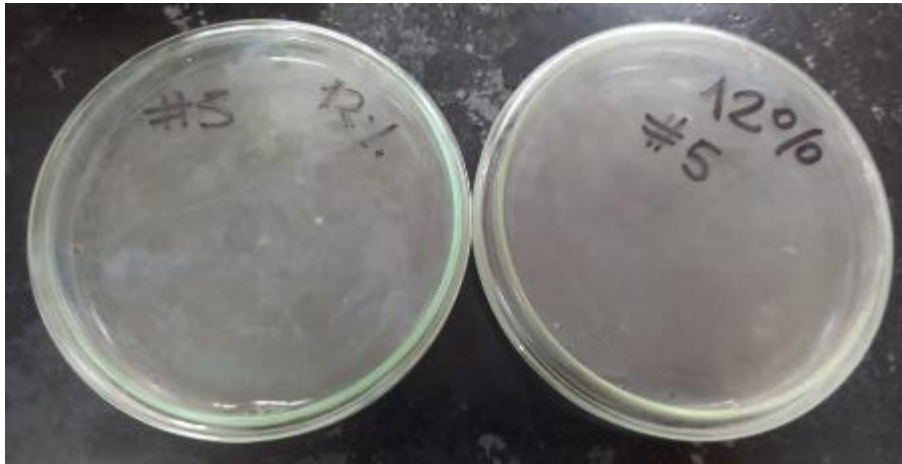
- *Anexo 13. Cepa 04 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*



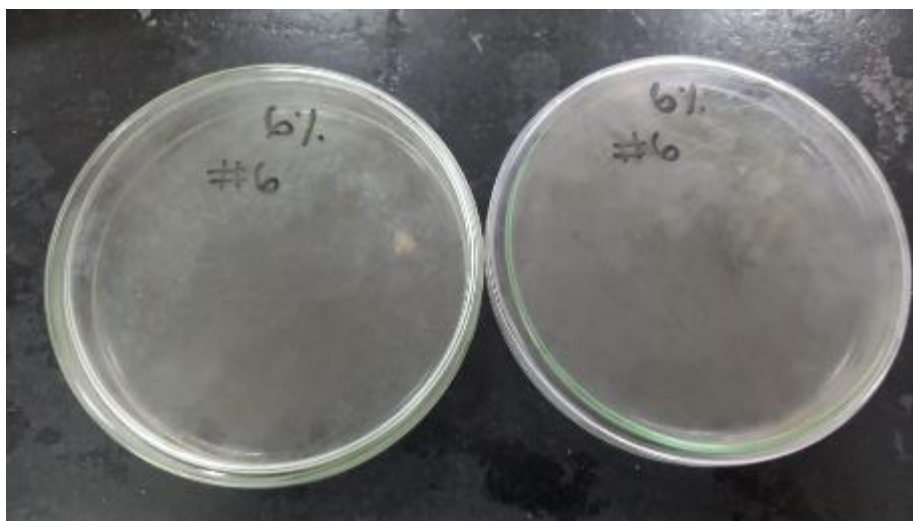
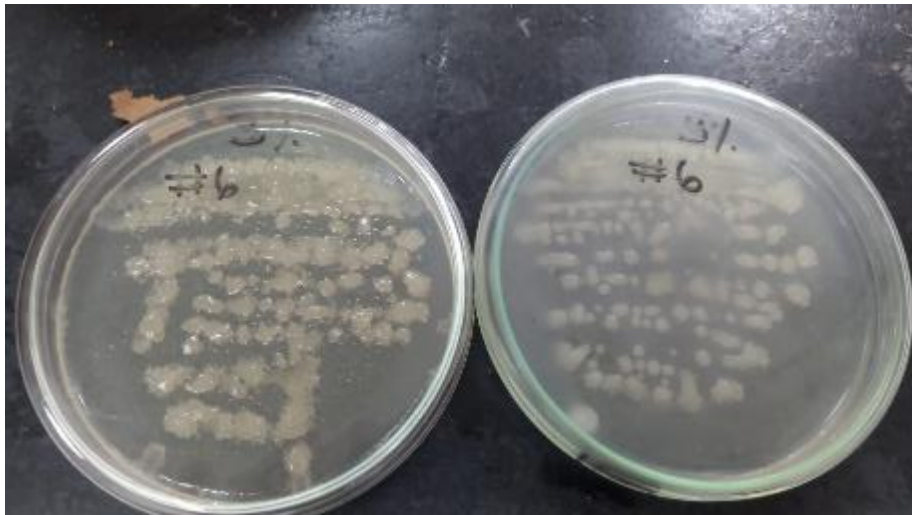


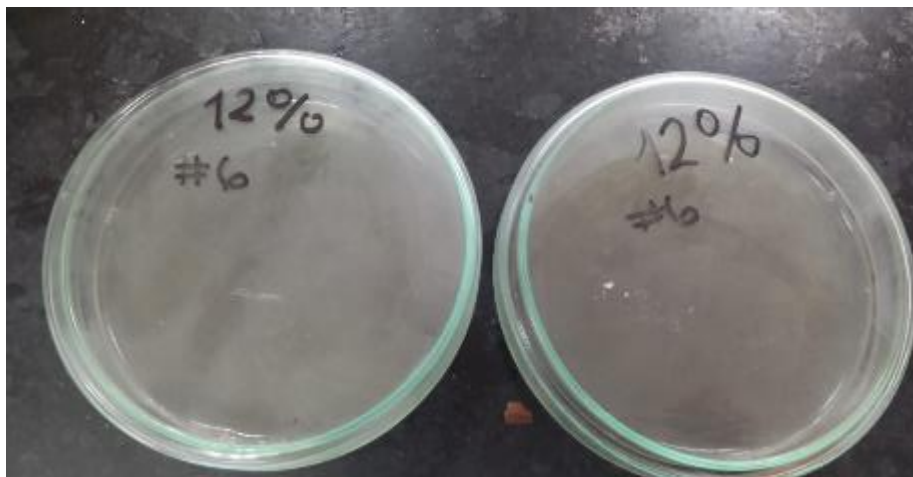
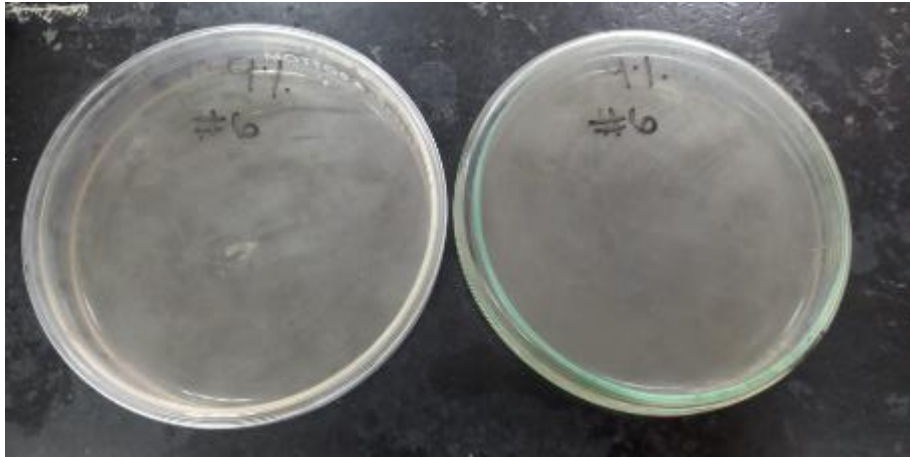
- *Anexo 14. Cepa 05 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*





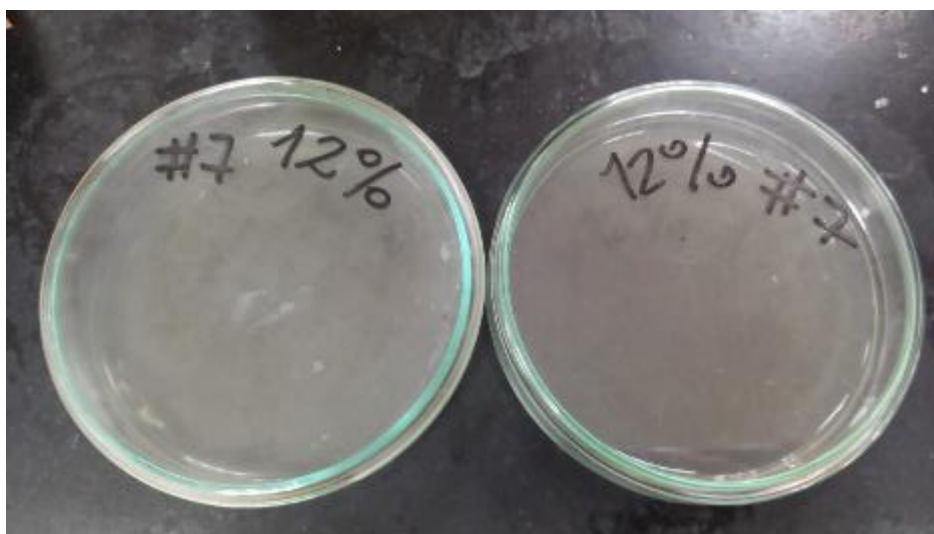
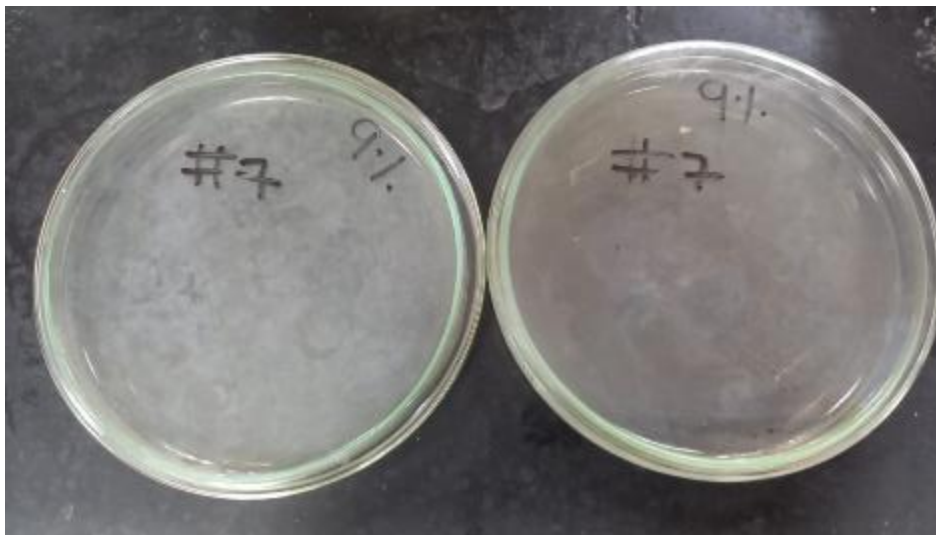
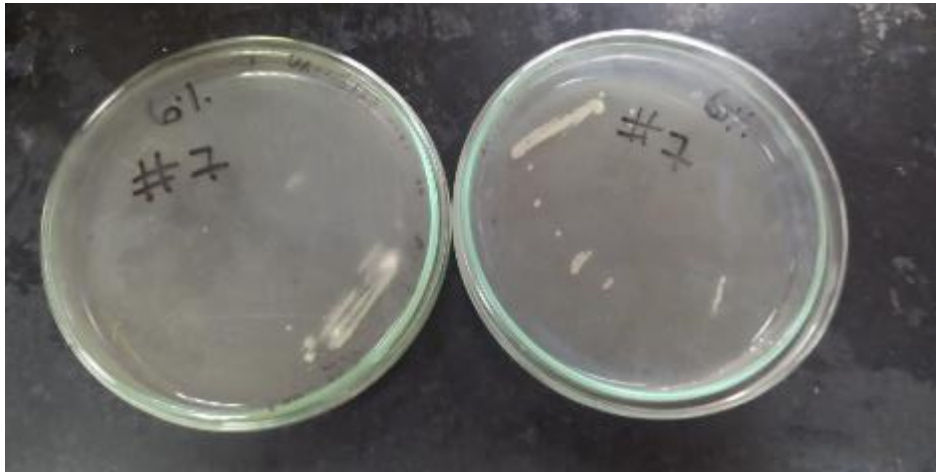
- *Anexo 15. Cepa 06 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*





- *Anexo 16. Cepa 07 de bacteria halófila, aislada al 3%, 6%, 9% y 12% de Cloruro de Sodio*





- *Anexo 17. Medición en la balanza digital de los gramos de cloruro de sodio*

