



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EFICACIA DEL *Bacillus subtilis* PARA REDUCIR LA
SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE
QUEPEPAMPA, HUARAL - 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Moscol Soto Antony Jesus

ASESOR:

M.Sc. Cecilia Libia Cermeño Castromonte

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

JURADO CALIFICADOR

Presidente

Ph.D César Eduardo Jiménez Calderón

Secretario

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

Vocal

M.Sc. Cecilia Libia Cermeño Castromonte

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por brindarme la vida y sabiduría para poder salir adelante. A mis padres por su apoyo incondicional durante mi formación universitaria. A los señores Walter Pérez y Magda Urcia por estar a mi lado aconsejándome y darme la oportunidad de que pueda terminar mi formación universitaria, de igual forma a mi asesora, ya que su apoyo fue fundamental para poder desarrollar este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, fortaleza, sabiduría y excelentes personas que me puso delante para el desarrollo de este trabajo de investigación. Agradezco a mi madre, Marisol Soto Gutiérrez, por su apoyo incondicional, preocupación, dedicación, amor y comprensión desde que inicie mi formación profesional, a mi padre Rogger Moscol Siancas por darme ánimos para seguir adelante. De igual forma a mis hermanos Rogger y Fabricio Moscol Soto por los ánimos brindados cuando eran necesario.

Agradezco al señor Walter Perez y Señora Magda Urcia que son como mis segundos padres, por cuidar de mí, estar en momentos especiales, por brindarme un hogar, por hacerme parte de su familia y brindarme la posibilidad de poder culminar mis estudios universitarios.

A los docentes de la Universidad César Vallejo – Lima Norte por compartir sus conocimientos y poder desarrollarme en mi vida profesional, a mi asesora la ingeniera Cecilia Libia Cermeño Castromonte, por sus sabios consejos en cada asesoría, por brindarme sus conocimientos y el apoyo incondicional en el proceso de elaboración de esta tesis.

Al ingeniero Jorge Luis Baldárrago Baldárrago, porque fue el docente que me enseñó metodología de la investigación científica y me estuvo apoyando ante cualquier duda en mi trabajo de investigación. A mis amigos de la universidad, amigos de mi centro de prácticas y en especial a mi amigo Brian Espinal que me ayudo, durante la toma de muestras y compra de materiales, fundamental para mi desarrollo de tesis.

DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD

Yo, **Moscol Soto Antony Jesus**, con DNI N° **70048197**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima, julio del 2018

.....

Moscol Soto, Antony Jesus

DNI: 70048197

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes mi tesis titulada “Eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos del centro poblado de Quepepampa, Huaral-2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental”.

Antony Jesus Moscol Soto

Índice

	Pág.
JURADO CALIFICADOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad problemática.....	18
1.2 Trabajos previos	20
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	26
1.3.1 Suelo	26
1.3.2 Origen de sales en suelos.....	26
1.3.3 Servicios ecosistémicos del suelo.....	27
1.3.4 Salinidad en suelos	28
1.3.5 Efectos de sales en suelos y plantas.....	31
1.3.6 Algunas soluciones para recuperar suelos salinos.....	33
1.3.7 <i>Bacillus subtilis</i>	34
1.4 Formulación del problema.....	35
1.5 Justificación	35
1.6 Hipótesis.....	37
II. MÉTODO	38
2.1 Diseño de investigación	38
2.2 Variables, operacionalización	39
2.3 Población y muestra.....	40
2.3.1 Población.....	40

2.3.2 Muestra.....	40
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	44
2.4.2 Descripción del procedimiento	44
2.4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
2.4.4 Validez y confiabilidad	50
2.5 Métodos de análisis de datos	52
2.6 Aspectos éticos.....	53
III. RESULTADOS	54
IV. DISCUSIÓN	81
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	84
Referencias Bibliográficas	85
ANEXOS	94

Índice de tabla

	Pág.
Tabla 1: Resultados de los parámetros del suelo de Quepepampa.....	19
Tabla 2: Grado de textura del suelo	27
Tabla 3: Grado de salinidad según la Conductividad eléctrica (CE).....	28
Tabla 4: Clasificación de suelos salinos	29
Tabla 5: Clasificación de cultivos afectados, según su CE y grado de salinidad del suelo. .	32
Tabla 6: Matriz de operacionalización de la variable dependiente	39
Tabla 7: Matriz de operacionalización de las variables independientes	40
Tabla 8: Coordenadas de las submuestras tomadas para el muestreo	43
Tabla 9: Instrumentos y técnicas de recolección de información por etapa.....	50
Tabla 10: Lista de expertos que validaron los instrumentos de recolección de información	51
Tabla 11: Estadística de fiabilidad de los instrumentos validados por los expertos	51
Tabla 12: Resultados iniciales de los parámetros del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral.	55
Tabla 13: Resultados de la unidad de control (Te)	55
Tabla 14: Resultados del tratamiento N° 1 (3 gr de Bacillus subtilis)	57
Tabla 15: Resultados del tratamiento N° 2 (6 gr de Bacillus subtilis)	57
Tabla 16: Prueba de normalidad conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis)	61
Tabla 17: Prueba de t-student conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis).....	62
Tabla 18: Prueba de normalidad porcentaje de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis)	62
Tabla 19: Prueba de t-student potencial de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis)	63
Tabla 20: Prueba de normalidad relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis)	64
Tabla 21: Prueba de t-student relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis)	64
Tabla 22: Prueba de normalidad potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis).....	65

Tabla 23: Prueba de t-student potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de Bacillus subtilis).....	65
Tabla 24: Prueba de normalidad conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis)	66
Tabla 25: Prueba de t-student conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis).....	67
Tabla 26: Prueba de normalidad porcentaje de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis)	68
Tabla 27: Prueba de t-student potencial de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis)	68
Tabla 28: Prueba de normalidad relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis)	69
Tabla 29: Prueba de t-student relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis)	69
Tabla 30: Prueba de normalidad potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis).....	70
Tabla 31: Prueba de t-student potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de Bacillus subtilis).....	71
Tabla 32: Prueba de normalidad Conductividad eléctrica (CE) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	72
Tabla 33: Prueba de t-student Conductividad eléctrica (CE) - Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	73
Tabla 34: Prueba de normalidad Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	74
Tabla 35: Prueba de T-student porcentaje de sodio intercambiable (PSI) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	75
Tabla 36: Prueba de normalidad Relación de adsorción de sodio (RAS) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	76
Tabla 37: Prueba de t-student- Relación de adsorción de sodio (RAS) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis).....	77
Tabla 38: Prueba de normalidad Presión osmótica (PO) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	79
Tabla 39: Prueba de t-student Potencial osmótico (PO) – Tratamiento N° 1 (3g de Bacillus subtilis) y Tratamiento N° 2 (6g de Bacillus subtilis)	79

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Escala de pH del suelo	30
Figura 2: Ciclo de vida del <i>Bacillus subtilis</i>	35
Figura 3: Muestreo aleatorio simple	41
Figura 4: Método del cuarteo	41
Figura 5: Localización de los puntos de muestreo en el área a estudiar	42
Figura 6: Localización de las sub-muestras	43
Figura 7: Diagrama de levantamiento de información del punto y toma de muestra	45
Figura 8: Distribución de tratamientos de acuerdo con el Diseño en bloques completos aleatorizados	46
Figura 9: Diagrama de aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i>	48
Figura 10: Diagrama de análisis de resultados	49
Figura 11: Eficacia de la conductividad eléctrica	59
Figura 12: Eficacia del porcentaje de sodio intercambiable	59
Figura 13: Eficacia de la relación de adsorción de sodio	60
Figura 14: Eficacia de la potencial osmótico	60

Índice de anexos

	Pág.
Anexo 1: Matriz de consistencia	94
Anexo 2: Ficha de muestreo de suelo	95
Anexo 3: Ficha de aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i>	96
Anexo 4: Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio	97
Anexo 5: Ficha de proceso de datos de laboratorio	98
Anexo 6: Ficha de registro de la eficacia del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i>	99
Anexo 7: Reconocimiento del área de estudio	92
Anexo 8: Preparación de materiales para tratamiento ex situ del suelo	93
Anexo 9: Dosificación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i>	94
Anexo 10: Preparación y aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i>	95
Anexo 11: Toma de las muestras de cada maceta para su análisis en laboratorio.....	96
Anexo 12: Validación de instrumentos	97
Anexo 13: Informe del ensayo de la muestra inicial.....	112
Anexo 14: Informe del ensayo de la muestra de la unidad de control	113
Anexo 15: Informe del ensayo de la muestra T1.1	114
Anexo 16: Informe del ensayo de la muestra T1.2	115
Anexo 17: Informe del ensayo de la muestra T1.3	116
Anexo 18: Informe del ensayo de la muestra T2.1	117
Anexo 19: Informe del ensayo de la muestra T2.2	118
Anexo 20: Informe del ensayo de la muestra T2.3	119

RESUMEN

En esta investigación se tuvo como objetivo general determinar la eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral, para la cual se tomó una muestra de 29 Kg de suelo, la cual se colocó en siete macetas donde se le agregó 4Kg a cada uno, tres de ellos fueron para el tratamiento N° 1 (3gr *Bacillus subtilis*), tres más para el tratamiento N° 2 (6gr *Bacillus subtilis*) estos fueron diluidos en un litro de agua y una maceta para la unidad de control donde solo se le regaba con un litro de agua, estas aplicaciones se daban una vez por semana por tres meses. Concluido con el tiempo de tratamiento se llevó las muestras al laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los parámetros iniciales fueron: 11,26 dS/m de conductividad eléctrica, 3,96 % de porcentaje de sodio intercambiable, 0,18 de relación de adsorción de sodio intercambiable y 4,05 de presión osmótica, lo que indicaba un suelo fuertemente salino. Esta investigación tuvo un diseño experimental, explicativo; donde se realizó una pre y post prueba, su diseño experimental se dio en bloques completos aleatorizados. Los resultados obtenidos fueron para el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*): 1,23 dS/m de conductividad eléctrica, 1,08% de porcentaje de sodio intercambiable, 0,05 la relación de adsorción de sodio y 0,44 la presión osmótica, mientras para el tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*): 1,35 dS/m de conductividad eléctrica, 1,06% de porcentaje de sodio intercambiable, 0,05 de relación de adsorción de sodio y 0,5 de presión osmótica. Se concluyó que la eficacia en los tratamientos T1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y T2 (6gr de *Bacillus subtilis*) fueron de 80.3% y 80.8% respectivamente, siendo el tratamiento N° 2 el más eficaz en la reducción de sales del suelo.

Palabras claves: *Bacillus subtilis*, eficacia, suelos salinos.

ABSTRACT

In this research, the general objective was to determine the efficacy of *Bacillus subtilis* on reducing the salinity from soils of the Quepepampa, Huaral, for which a sample of 29 Kg of soil was taken, which was placed on seven pots where I added 4Kg to each one, three of them were for the treatment N ° 1 (3 gr of *Bacillus subtilis*), three more for the treatment N ° 2 (6 gr of *Bacillus subtilis*) these were diluted in a liter of water and a pot for the control unit where only one liter of water was watered, these applications were given once a week for three months. Concluded with the time of treatment, the samples were taken to the laboratory of water, soil, environment and fertierriego of the National Agrarian University La Molina (UNALM). The initial parameters were: 11,26 dS/m electrical conductivity, 3,96% interchangeable sodium percentage, 0,18 interchangeable sodium adsorption ratio and 4,05 osmotic pressure, which indicated a strongly saline soil . This research had an experimental, explanatory design; where a pre and post-test was performed, its experimental design was given in randomized complete blocks. The results obtained were for treatment No. 1 (3gr of *Bacillus subtilis*): 1.23 dS /m electrical conductivity, 1.08% exchangeable sodium percentage, 0.05 sodium adsorption ratio and 0.44 the osmotic pressure, while for treatment No. 2 (6 gr of *Bacillus subtilis*): 1.35 dS/m of electrical conductivity, 1.06% of interchangeable sodium percentage, 0.05 of sodium adsorption ratio and 0 , 5 osmotic pressure. It was concluded that the efficacy in the treatments T1 (3gr of *Bacillus subtilis*) and T2 (6gr of *Bacillus subtilis*) were of 80.3% and 80.8% respectively, being the treatment N ° 2 the most effective in the reduction of salts of the soil.

Keywords: *Bacillus subtilis*, efficacy, saline soils.

I. INTRODUCCIÓN

La salinidad de los suelos es una de las principales limitantes de la fertilidad de los mismos, dado que influye en las propiedades físicas y químicas de este recurso; esta problemática no se circunscribe al entorno nacional, tal es así que 31 millones de hectáreas en Latinoamérica poseen dicho problema, dentro de los cuales el Perú es uno de los más afectados. (INTAGRI, 2013, Párr. 1).

Los servicios ecosistémicos del suelo, también se ven afectados por la presencia de sales ya que estas influyen en la erodabilidad, condicionando así los servicios de apoyo, soporte y aprovisionamiento de este. Estos impactos ambientales repercuten en los otros cuerpos receptores.

Dentro de las principales causas que contribuyen a la acumulación de las sales en los campos de cultivo tenemos el incorrecto manejo del riego, falta de drenaje de los suelos, mala utilización de fertilizantes, aplicaciones inadecuadas de fertilizantes naturales: estiércol y otros residuos de origen animal, afectando la actividad microbiológica del suelo, el crecimiento y desarrollo de las plantas, reduce su capacidad de asimilación de nutrientes por la cantidad excesiva de sales disueltas en el suelo, genera un estrés salino en las plantas, disminuyendo la absorción de agua por las raíces, debido a que el potencial osmótico del suelo supera al del sistema propio de las plantas RAMÍREZ (2011, p.18).

Dicha problemática motivo a la presente investigación puesto que se pretende desarrollar tecnologías amigables con el ambiente, prueba de ello son las numerosas investigaciones citadas en el capítulo uno, las cuales también sirvieron de ejemplo para la formulación del problema, objetivos e hipótesis, contenidas en el mismo capítulo.

La metodología de la investigación fue experimental la cual al suelo salino del centro poblado Quepepampa, se le aplicó el tratamiento biológico con *Bacillus subtilis* (Bs), para poder dar con el objetivo planteado que fue: Determinar la eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral. Para ello se aplicó el tratamiento ex situ, con dos dosis: tratamiento N° 1 (3 gr de Bs) y tratamiento N° 2 (6 gr de Bs) con tres repeticiones cada una y se tuvo una unidad de control. El tiempo de aplicación fue de una vez por semana durante tres semanas. Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio de laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

El uso de la bacteria *Bacillus subtilis*, constituye un proceso en el cual este microorganismo en el suelo segrega (excreta) carbonatos de calcio ocasionando la estabilidad del compuesto como es el caso del sodio, magnesio, potasio. Al entrar estos compuestos en esta etapa de estabilidad se reducirá la biodisponibilidad de estos compuestos tanto a nivel edáfico, así como serán menos bioasimilables para las plantas (CUERVO, 2010, p. 15).

Finalmente, luego del análisis e interpretación de datos se llegaron a las conclusiones: que el suelo muestreado del centro poblado Quepepampa con coordenadas WGS84: X: 255357, Y: 8724923, zona 18L; posee una clasificación de fuertemente salino, debido a que la conductividad eléctrica (CE) dio como resultado 11, 26 dS/m y la eficacia de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos es superior al 70 % para todos los tratamientos. La eficacia se respalda en los datos obtenidos en los tratamientos: T1 (3gr de *Bacillus subtilis*): 89,05% de conductividad eléctrica, 72,73% de porcentaje de sodio intercambiable, 70,37 de relación de adsorción de sodio y 89,05 de presión osmótica, mientras en el T2 (6gr de *Bacillus subtilis*): 88% de conductividad eléctrica, 73,23% de porcentaje de sodio intercambiable, 74,07% de relación de adsorción de sodio y 88% de presión osmótica, por lo que se concluye que el tratamiento N°2 (T2) es el más eficaz en la reducción de sales del suelo.

El aporte de la investigación logra métodos y tecnológicas que permitan conservar el ambiente, específicamente en recurso suelo, y que a la vez repercutan en la mejora de la economía de la población del centro poblado Quepepampa del distrito de Chancay, provincia de Huaral, al mejorar la rentabilidad de su actividad agrícola.

1.1 Realidad problemática

En los últimos años se viven diferentes problemas ambientales las cuales son generados por múltiples razones entre ellas: la minería, agricultura, agropecuaria, pesquería, dichos problemas en conjunto afectan la biodiversidad del planeta. Uno de los recursos afectados es el suelo, el cual con el tiempo se ha ido degradando, así como la disminución de nutrientes esenciales para los vegetales. Dentro de las causas de la degradación de suelos tenemos a la salinidad, ya que como indica RAMÍREZ (2011, p.18) la existencia de sales en el suelo afecta a las plantas en su asimilación de nutrientes por el aumento de la presión osmótica, originando problemas para el crecimiento de las plantas, así como a la actividad microbiana, generando la infertilidad de los suelos, trayendo consigo daños considerables, ya que se pierde la competitividad del suelo, iniciando con esto impactos sociales, económicos y ambientales negativos. Ante ello la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s.f., párr. 1) señaló que la salinización es uno de los motivos relevantes en la degradación ambiental del suelo, siendo ésta una amenaza al bienestar de la humanidad.

A nivel mundial se estima que 1228 millones de hectáreas de suelos son afectados por salinidad, de los cuales existe un 60% de suelos salinos, 26% a suelos sódicos y un 14% a suelos salinos – sódicos (WICKE, et al. 2011, p.8). Un caso claro de suelos agrícolas afectados por salinidad se da en América Latina donde alrededor de 31 millones de hectáreas se ven afectados, en la cual se destacan países como México, Perú, Colombia, Ecuador y Chile entre los más dañados por la salinización, afectando la producción de alimentos, ya que los cultivos pierden su rendimiento (INTAGRI, 2013, Párr. 1).

En el Perú desde los años 70 la data sobre la salinidad de suelos no ha sido actualizada, la información extraída por el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), da a conocer que las costas del Perú contaban con un aproximado de 1 millón de hectáreas para riego, donde 750 mil hectáreas eran de cultivos, las cuales 300 mil hectáreas están afectadas con problemas de salinidad (Academia peruana de ingeniería, 2010, p. 4).

En la costa del país, la salinización va en aumento, lo que se traduce a daños económicos a la pequeña agricultura, la cual se topa con limitaciones económicas para poder hacer frente a este problema. Además, como indica RAMÍREZ (2016, p. 15) las

costas se caracterizan por tener suelos arenosos, con algunas exclusiones de ciertos valles fértiles, el clima es árido-semiárido la cual se caracteriza por una limitada precipitación, la fuente de agua proviene de los ríos de la cuenca del Pacífico. Por este motivo, al ser escaso el recurso hídrico dependerá del manejo y administración adecuada que se le dé, para el desarrollo de la costa peruana. También dependerá mucho por los factores como el sistema de riego o uso de fertilizantes que utilice el ser humano para el cuidado de su suelo agrícola. Ya que por ejemplo un estudio realizado por (MARCHESE, 2015) en la localidad de San Pedro de Lloc, indica que debido a malas costumbres agrícolas los suelos de esta zona tienen problemas de salinización y sodificación, obteniendo valores de 45% de la relación de adsorción de sodio (RAS) y con un pH de 7,5 a 8,5.

El centro poblado de Quepepampa en el distrito de Chancay-Huaral, está atravesando problemas de drenaje superficial, causados por escorrentías originadas en épocas del fenómeno del niño, el que se caracteriza por lluvias excesivas, las cuales transportan gran cantidad de sedimentos de las partes altas hacia las partes intermedias normalmente secas o poco lluviosas, según GOICOCHEA, J (2016) el valle de Chancay-Huaral, posee 610 hectáreas de suelos fuertemente salinos, 2020 hectáreas severamente salinas y 4400 hectáreas afectados totalmente por salinidad.

Previo al inicio de la investigación, objeto del presente documento, se corrobora que el centro poblado Quepepampa, tuviese suelos salinos; tal como lo demuestran resultados de la muestra colectada el 28 de marzo del 2018, y analizada en el laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”.

Tabla 1: Resultados de los parámetros del suelo de Quepepampa.

Parámetros	Valores
Potencial de hidrogeno (pH)	8.05
Conductividad eléctrica (CE) (dS/m)	11,26
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	3.96
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.18
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	10.10
Presión Osmótica (PO)	4.0536

Fuente:

Resultados del laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego (UNALM), 2018

Los parámetros químicos del suelo que fueron evaluados, permitieron calcular el RAS (< 12) y PSI (< 15), indican que es un suelo salino; asimismo, la conductividad eléctrica es de 11.26 correspondiendo así a un suelo fuertemente salino, criterios tomados de la United States Department of Agriculture (USDA).

1.2 Trabajos previos

ÁMBITO INTERNACIONAL

ZUÑIGA, O; OSORIO, J; CUERO, R y PEÑA, J. (2011), informan en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad” en la hacienda Las Gramas, departamento del Valle del Cauca – Colombia. El objetivo central del trabajo fue de comparar diferentes tipos de tecnologías no convencionales (biofertilizantes, biopolímeros y electromagnetismo) con una convencional de enmienda química (Yeso – azufre). El suelo utilizado de la hacienda Las Gramas fue una parcela de 2 hectáreas de cultivo de maíz, con niveles altos a 15 % de sodio intercambiable (PSI) y de 4 a 8 dS/m de conductividad eléctrica (CE), lo que representa un suelo ligeramente salino, donde la parcela se dividió en cinco franjas, en las cuales se les aplicó las tecnologías y una franja de testigo para el drenaje, los tratamientos de biofertilizantes y electromagnetismo fueron aplicados en diferentes dosis con una frecuencia de aplicación de 45 días, mientras que el tratamiento convencional y de biopolímeros solo una vez. Al momento de tomar las muestras para llevar al laboratorio se tomó tres submuestras de cada franja y también se realizó las medidas del tallo y diámetros del maíz de cada franja, para su posterior análisis. En el caso del biofertilizante

y electromagnetismo fueron mejores para disminuir el exceso de sales en el suelo, que genera un estrés hídrico. En el caso de densidad aparente y macroprosidad, mejor actuó el tratamiento de biofertilizante seguido de los biopolímeros. La cual se concluyó que los tratamientos a base de microorganismos son más eficaces en la mejora de la fisiología y productividad el suelo; también sobresale el tratamiento con electromagnetismo, ya que acelera la actividad microbiana, enriqueciendo y reduciendo el tiempo de mejora del suelo. Los biopolímeros y biofertilizantes fueron efectivos en la compactación y mejora de la estructura, recuperando sus propiedades físicas así como reduciendo la conductividad eléctrica que quedo en 1,6 dS/m.

CAÑAS, E. (s. f). Informa en su artículo periodístico titulado “La bacteria *Bacillus subtilis* genera carbonatos de calcio o cal, sustancias que fortalecen el suelo: Microorganismo redentor del suelo”. En la que indica que la Universidad Nacional de Colombia, usaron la bacteria *Bacillus subtilis* por primera vez en su laboratorio de la facultad de ciencias. Se conocía que esta bacteria es capaz de reducir la erosión y compactación del suelo, mejorando la estructura de los terrenos formando agregados llamados terrones. Los investigadores se dieron cuenta que al colocar la bacteria *Bacillus subtilis* al suelo este producía carbonatos de calcio, por se le bautizo como un “encalador biológico”, con el cual mejora los nutrientes del suelo y reduce la presencia de aluminio que es un componente toxico, ya que impide la formación de la materia orgánica. Los investigadores concluyeron que esta bacteria como encalador biológico, sería un aporte importante para la reducción de salinidad de suelos que, con los carbonatos de calcio o cal, podría desplazar el sodio presente siendo un aporte importante para la biorremediación de suelos salinos, a partir de una bacteria utilizada también como biofertilizante.

MANZANO, J; RIVERA, P; BRIONES, F y ZAMORA, C. (2014). Dan a conocer en su trabajo de investigación titulado “Rehabilitación de suelos salino-sódicos: estudio de caso en el distrito de riego 086, Jiménez, Tamaulipas, México”. Su objetivo es conocer el mejor tratamiento para la recuperación de suelos salinos-sódicos mediante aplicación de mejoradores como estiércol de bovino, ácido sulfúrico, yeso y la técnica de lavado de suelos. Se utilizó dos muestras de suelos salino-sódicos (Carretas y Macahustle) procedentes del distrito de Riego 086, teniendo en cuenta las variables como conductividad eléctrica (CE), Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y pH. El cual para su metodología consistió en colocar en diferentes macetas, 6Kg de cada suelo, seguido

aplicarle primero cada mejorador a una maceta diferente y luego combinar los mejoradores y aplicarlas a diferentes macetas, de igual forma con el lavado. Las macetas de capacidad de 10L, se les agrega una capa en el fondo de grava de 2 cm de espesor, así como papel filtro para prevenir pérdida del suelo, también se le colocó un tubo de 0.5 de diámetro para poder realizar el drenaje adecuado y poder recolectar los lixiviados. El resultado más significativo se dio con el lavado de suelos, ya que redujo en mayor parte la CE y PSI; donde los suelos de Carretas de $CE=7.75 \text{ dS m}^{-1}$ y Macahuastle de $CE= 22.2 \text{ dS m}^{-1}$, disminuyeron a 2 y 4 dS m^{-1} respectivamente. En el caso del PSI inicial de Carretas resultado de 18.4 y de Macahuastle de 34, se redujeron a 4% y 7%. En el trabajo se concluyó que la mejor forma para tratar estos suelos salino-sódicos, es el uso de lavados de suelo, aunque no fue mucho la diferencia que tuvo con los mejoradores orgánicos e inorgánicos.

FLORES, E; FLORES, J y TÓRREZ, J. en su investigación titulada “Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidratado ($\text{Ca} (\text{SO}_4)_{1/2}\text{H}_2\text{O}$) en la comunidad de Yotala” en el año 2014. La cual tiene como objetivo conocer la eficacia, de utilizar el yeso para la recuperación de suelos salinos. Su metodología consiste en realizar un muestreo de suelo y agua para conocer el grado de salinidad de ambos recursos, obteniendo los valores de cationes, aniones y el pH, y saber que influencia tiene el agua en la salinidad del suelo. El total del terreno que se utilizó de la localidad de Yotala fue de 200m^2 , los cuales se dividieron en 4 obteniendo parcelas de 50m^2 , donde se les realizaba el riego a las parcelas, seguido a 3 parcelas le colocaron diferentes dosis de sulfato de calcio, para remover el terreno y aplicar el riego después de una semana, con el motivo que se pueda mantener húmedo las parcelas y se dé la reacción química. Como resultados obtuvieron que el sulfato de calcio reduce los elementos como el sodio y potasio, tóxicos para las plantas; en cambio el fósforo y calcio aumentan, siendo nutrientes beneficiosos. Se obtuvo una reducción de pH de 8,4 a 7,4. También se conoció que el agua no es un factor que afecta en la salinidad del suelo, ya que se encuentra en los valores adecuados.

BARRETA, Z. et al. (s.f). En su trabajo de investigación titulado “Uso de vermicomposta en suelo salino con plantas de Chile Serrano (*Capsicum annuum L.*), en invernadero”. El objetivo de su investigación fue evaluar las diferentes dosis aplicadas de vermicompost en un suelo salino, plantando cultivo de chile serrano en un invernadero. Se trabajó con muestras de suelo de un rancho que contenía altas concentraciones de sales y un pobre contenido de materia orgánica, para luego adaptarlas al invernadero que se

encuentra en el laboratorio de fertilidad de suelos e invernadero de la Universidad de Colima, México. En donde lo primero que hicieron colocarles tubos de PVC de 4" de diámetro a una profundidad de 50 cm, para agregarle agua destilada y simular el proceso de lavado. Seguido se agregaron a cada muestra 0, 25, 50, 75 y 100 gramos de vermicompost, estas se pusieron en bolsas de polietileno y se dejó a temperatura ambiente durante 40 días. Se sembró semillas de chile serrano en unas charolas de unicel, para luego de 30 días de su germinación pasarlas a las bolsas negras que se tenía la muestra, donde se desarrollaron por 49 días. Se media cada semana la altura de la planta y al finalizar se evaluó las condiciones del suelo. El resultado más representativo fue el que contenía la muestra de 100gr de vermicompost, que redujo el pH de 8,1 a 6,90 y también aumento el porcentaje de materia orgánica de 0.90% a 3.77%, el único inconveniente fue que aumentó la conductividad eléctrica de 0.54 a 3.85 dSm⁻¹.

HERNÁNDEZ, J et al. En su investigación titulada "Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. II. Lavado de sales" en el año 2013, cuyo objetivo fue el de evaluar la recuperación biología de un suelo salino, utilizando tres enmiendas orgánicas: compost, vermicompost sólido y *lemna*, reforzados con fosfoyeso. La metodología consistió en tomar muestras de la hacienda "Alto Viento"-Venezuela; de una profundidad de 20 cm la cual se secó al aire, tamizo y se homogenizo. Este suelo era Salino-sódico, presentaba una conductividad eléctrica (CE) de 12.46 dS.m⁻¹ y sodio intercambiable de 2.77 cmol.kg⁻¹. Se utilizaron columnas de polietileno en las cuales se agregó 40 cm de arena lavada para que facilite el drenaje, luego se le agrego las muestras de suelo y seguido las enmiendas orgánicas en proporciones de 1.5 y 3% y en algunos casos fueron reforzadas con fosfoyeso, obteniendo 15 muestras en total. De los tratamientos el que sobresalió fue el vermicompost que tenía una proporción de 3%, el cual redujo la conductividad eléctrica a 0.33 dS.m⁻¹ y redujo el sodio intercambiable a 0.52 cmol.kg⁻¹. Se concluyó que este tratamiento recupero el suelo salino-sódico en un 60%, y no hubo grandes rasgos de diferencias en la aplicación de las proporciones de 1.5 y 3.0% de enmiendas orgánicas, así como las muestras que estaban o no reforzadas con fosfoyeso.

TOLL, J. et al. (2016). En su investigación titulada "Recuperación de suelos salinos mediante la implantación de Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.) cv. Callide, en la Llanura Deprimida del límite Tucumán-Santiago del Estero". El objetivo se centró en conocer la recuperación de la salinidad de los suelos con la siembra de la Grama

Rhodes, teniendo como indicadores a el pH, materia orgánica (MO) y conductividad eléctrica (CE). El estudio se realizó dentro de la Llanura Deprimida Salina semiárida, se preparó el suelo para el sembrado de 3 parcelas de 50 por 20 metros cada una de Grama Rhodes. Pasado los 12 años se procedió con un barrenado a sacar muestras de los sitios que fueron usados como ensayo, para su futura evaluación en el laboratorio. Los datos iniciales del suelo fueron: 8.51, 2.33% y 25.08 dS/m de pH, %MO y CE respectivamente; y los resultados obtenidos al 2010 con la siembra de Grama Rhodes fueron: 7.22 de pH, 4.95 %MO y 14.10 dS/m de CE. Concluyendo de esa forma que la siembra de pasturas que son tolerantes a la salinidad, pueden lograr la recuperación de una parte de superficie de suelos salinos, ya que la biomasa de Grama Rhodes, redujo los valores de pH, CE y mejoro el incremento de la materia orgánica del suelo. Con esta técnica podemos ver otra forma de reducir la salinidad de suelos.

ESCANDÓN, M. Menciona en su tesis de maestría en ciencias agropecuarias titulada “Crecimiento y contenido nutrimental en raíz de Chile (*capsicum annuum L.*), cultivado en un suelo salino-sódico tratado con yeso y biofertilizante” en el año 2011. La cual tuvo como objetivo evaluar el contenido nutricional y crecimiento en la raíz de chile sembrado en un suelo salino-sodio que fue tratado un bofertilizante y con yeso. El sustrato de suelo se obtuvo del rancho “El cuervo” a 20 cm de profundidad y se adaptó en un invernadero de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí-México. Se utilizaron macetas en la cual se agregó el suelo y se le aplicaron los tratamientos de yeso y biofertilizante, después se trasladó la planta de chile a las macetas, se aplicó el riego por goteo necesario durante el tiempo que duro el experimento. Para el estudio de la raíz se necesitó una pala para sacar todo lo posible de la raíz de la planta de chile, estas muestras se llevaron al laboratorio, con tamiz y agua se retiraron las partes de suelo que quedaban presentes. Estas se midieron con cinta métrica desde la raíz más grande hasta el tocón de la planta, para hallar el volumen la raíz se colocó en probeta graduada con agua y para la biomasa se dejaron secar en horno y se pesaron en una balanza analítica. Los resultados para el volumen radial de la raíz, sobresale ambas muestras que tenían el tratamiento ante la que no recibió ninguno, en la biomasa la diferencia es mínima entre tratamiento sobresaliendo el biofertilizante con 0.907 a del yeso con 0.804.

ARCHANA, P y KUMAR, A. Informan en su estudio titulado “Bioremediation of saline soils using aquatic plants” en el año 2014. El objetivo del estudio es conocer el rendimiento y crecimiento de diferentes plantas acuáticas halófilas en diversos niveles de

salinidad. Estas especies fueron tomadas del lago Sambhar, el humedal salino más grande de la India. La metodología consistió en evaluar el potencial de mejora de las plantas halófilas por medio de cría selectiva. Se observó que las plantas halófitas ayudan directamente al suelo a mantener una salinidad baja y una alta fertilidad en el horizonte superior. Las plantas con mayor crecimiento y rendimiento fueron la *Medicago ciliaris* que crece junto a la *Suaeda fruticosa*, donde también tuvieron mejor fijación de nitrógeno y nodulación. Mientras que la planta *Aeluropus lagopoides* y *Suaeda fruticosa* en todos los sitios que fueron estudiados y a diferentes dosis de sal, mostraron un amplio rango de eficacia.

ARORA, S; SINGH, Y; VANZA, M y SAHNI, D. En su investigación titulada “Bio-remediation of saline and sodic soils through halophilic bacteria to enhance agricultural production” en el año 2016. Su objetivo se centró en conocer la eficacia de las bacterias halófilas para remediar suelos salinos y sódicos. La metodología consistió en aislar las bacterias halófilas presentes en los suelos salinos y sódicos, para conocer la tolerancia a la sal. Estas para conocer su eficacia de las cepas para remover sal se practicó en un medio líquido, para luego cultivarlas en masa, donde se colocó cultivos de maíz y estas fueron regadas con aguas salinas al 5% de cloruro de sodio y en suelos sódicos con un pH de 9.4, se cultivó trigo. Estos suelos se monitorearon después de la cosecha para conocer sus resultados, los cuales fueron: las semillas y la paja del trigo mejoró su rendimiento de 18.1% a 24.2% en condiciones sódicas, el pH disminuyó de 9.4 a 8.6. Con la aplicación del consorcio de bacterias halófilas, se mejoró las propiedades bioquímicas del suelo, donde aumentó la biomasa microbiana de 82 ug/g a 137 ug/g. Según la revisión bibliográfica se puede concluir que es viable recuperar suelos salinos con las siguientes bacterias: *Azospitillum* y *halophilic N-fixers*.

ÁMBITO NACIONAL

RAMÍREZ, P. (2016). En su tesis para obtener el título de Ingeniero agrícola, titulado “Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública – San Bartolo, Lima”, tiene como objetivo conocer los niveles de salinidad para su posterior recuperación mediante un proceso de lavado. La metodología consistió en realizar 13 puntos de control y 3 calicatas obteniendo 16 puntos en total, para la obtención del pH,

conductividad eléctrica (CE), caracterización del suelo, cantidad de cationes y aniones. Se utilizó 3 puntos representativos en el área de estudio y se instalaron cilindros infiltrometros, donde las lecturas se hicieron cada cinco minutos, por un tiempo de dos horas y media, para las pruebas de permeabilidad. Para las pruebas de lavado también se optó por tres puntos representativos, y se construyó pozas de 2 x 2 m, aplicándole una lámina total de 30cm para cada poza, el agua utilizada fue potable que lo abastece SEDAPAL en la zona. Los resultados fueron que la cancha publica de Golf, tiene niveles muy elevados de salinidad, especialmente dentro de los 30 cm, en el caso de la permeabilidad los valores están menores a 3cm/hora, siendo prácticamente nulo el drenaje del suelo, su clasificación es moderada, donde el proceso de lavado no es recomendable. La aplicación del tratamiento del lavado, no modifico redujo la conductividad eléctrica, concluyendo que el método del lavado, no es suficiente para la recuperación del suelo.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Suelo

Es un cuerpo natural superficial de la corteza terrestre, esta constante a cambios, sostén de vida a diferentes organismos vivos. Cumple un papel fundamental en procesos ecosistémicos, esto se debe a la función que realiza, como el distribuir y regular el flujo de agua, así como amortiguar los efectos de los múltiples contaminantes. (CASAS, R, 2011, p. 11).

1.3.2 Origen de sales en suelos

La presencia de sales en el suelo se puede dar por dos vías: natural y antrópica. Como indica LAMZ, A. (2013) se da la salinización natural debido a la altura del nivel del mar, que está cerca de la superficie del suelo, la elevación de nivel freático y las lluvias hacen que se agudice este proceso dañando de esa forma las propiedades fisicoquímicas del suelo como son: la estructura, permeabilidad, textura, porosidad, capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de retención de humedad (p.2). Por otro lado, la salinización se da comúnmente en zonas áridas y semiáridas, donde los minerales presentes en el suelo como son los sulfatos y cloruros, pueden aportar gran cantidad significativa de sales solubles al suelo (GONZALES, F, 2012, p. 47).

La otra vía de salinización se da por intervención del hombre, ya que como lo indica el área de edafología y química agrícola de la Universidad de Extremadura (2004) las actividades agrícolas son las que de manera directa afectan a la salinización del suelo, especialmente la mala actividad de riego que se realiza en la cual se utiliza agua de baja calidad o malas prácticas de riego, generando un mal drenaje al suelo. La utilización de cantidades excesivas de fertilizantes es otra forma de que se genere la salinidad al suelo, particularmente los más solubles, contaminando los acuíferos que después se utilizan en el riego, se da comúnmente en actividades agrícolas intensivas como en las zonas áridas (VÁZQUEZ, B, s.f. p.3).

1.3.3 Servicios ecosistémicos del suelo

A) Textura:

Propiedad que indica relativamente el tamaño de diferentes partículas, como son la arcilla, la arena y el limo, presentes en el suelo. La importancia de este parámetro es que nos indica la cantidad de aire y agua, que puede retener, así como la velocidad con la que el agua penetra el suelo (FAO, s.f, párr. 1).

Tabla 2: Grado de textura del suelo

Clase textural	Arena	Limo	Arcilla
Arenoso	86 - 100	0 - 14	0 - 10
Franco arenoso	50 - 86	0 - 50	0 - 20
Franco	23 - 52	28 - 50	7 - 27
Franco limoso	20 - 50	74 - 88	0 - 27
Limoso	0 - 20	88 - 100	0 - 12
Franco arcilloso	20 - 45	15 - 52	27 - 40
Franco arenoso arcilloso	45 - 80	0 - 28	20 - 35
Franco limoso arcilloso	0 - 20	40 - 73	27 - 40
Arcilloso arenoso	45 - 65	0 - 20	35 - 55
Arcilloso limoso	0 - 20	40 - 60	40 - 60
Arcilloso	0 - 45	0 - 40	40 - 100

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

B) Estructura:

Propiedad que indica la forma de la agrupación de las partículas del suelo: arena, limo y arcilla. Cuando estas partículas se agrupan, poseen un aspecto mayor y por ende se les conocen como agregados (FAO, s.f, párr. 1).

1.3.4 Salinidad en suelos

La salinidad destaca mayormente en las zonas áridas y semiáridas, donde generan una muy escasa productividad por los daños a las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo (ARBELO, C et al, 2006, p.1). Estos tipos de sales pueden dañar el suelo de diferentes formas, por ello a continuación se detallará los tipos de suelos afectados por sales.

Tipos de suelos afectados por sales:

Suelos salinos

Son suelos que se generan comúnmente por falta de drenaje, elevado porcentaje de evaporación y debido a que contienen concentraciones excesivas de sales en solución, por ejemplo: sulfatos, cloruros, calcio, magnesio y nitratos de sodio (IBÁÑEZ, J, 2008). También se ve afectada la presión osmótica como indica RAMÍREZ, J (2011, p.44) ya que genera la poca disponibilidad de agua y este afecta a las plantas, la alta conductividad eléctrica también es un factor determinante, por ello se tiene mucho en cuenta este indicador, en la (tabla N°2) veremos el grado de salinidad de acuerdo a la CE. Las propiedades químicas del suelo son las que se ven más afectadas, en cambio las propiedades físicas no se ven muy afectadas en estos casos.

Tabla 3: Grado de salinidad según la Conductividad eléctrica (CE)

Ces (dS/m)	Descripción
0 - 2	Suelos normales
2 - 4	Quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles. Suelos ligeramente salinos.
4 - 8	Quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Suelos salinos.
8 - 16	Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes. Suelos fuertemente salinos.
>16	Suelos extremadamente salinos.

Fuente: MONTICO, S (2007)

Suelos sódicos

Son suelos con alto contenido de sodio (Na) intercambiable, también llamados alcalinos, la cual se caracteriza por presencia de carbonatos, pero ausencia de calcio y magnesio solubles. Como indica IBÁÑEZ, J (2008) el problema con este suelo se

debe que afecta la estructura del suelo generando que este se seque y se agriete, cuando este se endurece aumenta la escorrentía superficial. Por otra parte, la excesiva concentración de sodio en el suelo, actúa en esta como un defloculante, generando una dispersión de las partículas del suelo afectando las propiedades físicas del mismo. (VANEGAS, C, 2011, p. 3).

Suelos salinos-sódicos

Son suelos que no solo poseen alta contenido de sales solubles, sino también tienen alto contenido de sodio intercambiable. Estas al ser tratadas deben realizarse con mucho cuidado, ya que cuando la concentración de sales disminuya, el sodio intercambiable se va a hidrolizar, formando hidróxido de sodio o carbonato de sodio, lo que hará muy alcalino el suelo, por ello el manejo de este suelo se debe tener en cuenta ambos problemas de sales solubles y el sodio intercambiable (COFUPRO, 2010, p.27).

Tabla 4: Clasificación de suelos salinos

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

A continuación, se describen los parámetros que se deben tomar en cuenta para poder clasificar un suelo salino.

a) Conductividad eléctrica (CE)

Este parámetro mide las sales solubles que se encuentran en la solución del sustrato, cuando la concentración de sales es mayor, el valor la conductividad eléctrica

Clasificación	CE (dS/m)	PSI	pH	RAS
Salinos	≥ 4	< 15	< 8.5	< 12
Sódicos	< 4	≥ 15	> 8.5	≥ 12
Salinos - sódicos	≥ 4	≥ 15	< 8.5	≥ 12

también sube. Lo adecuado para el suelo es tener una CE baja para que se pueda desarrollar los cultivos adecuadamente. Este parámetro se expresa en decisiemens por metro (dS/m) (BARBARO et al. s.f, p.7).

b) Potencial de hidrogeno (pH)

Indicador que se utiliza para obtener el grado de basicidad o acidez. En el suelo se mide en el extracto de saturación, mediante una solución del suelo en una relación de suelo-agua 1:1, mediante un potenciómetro pH (VELÁZQUEZ y ORDORICA, 2009, p.4). Se puede observar en la (figura N°1) la escala de pH del suelo:

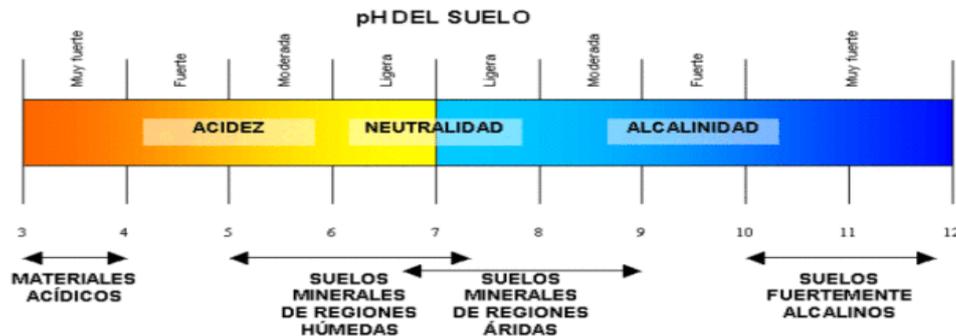


Figura 1: Escala de pH del suelo

Fuente: BARRIENTOS, I (2016)

c) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Este parámetro nos indica la capacidad de la tierra o del sustrato para poder retener cationes de la fase acuosa. El CIC es la suma total de los cationes intercambiables del suelo, como son el calcio, magnesio, sodio y potasio. Si un suelo posee alto contenido de CIC, puede retener mayor cantidad de nutrientes, mientras un suelo con bajo contenido de CIC, no retiene nutrientes (PIEDRAHITA, O; 2011, p.9).

La CIC puede ser calculada por la siguiente fórmula establecida por el United States Department of Agriculture (USDA):

$$CIC = Ca + Mg + Na + K$$

d) Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)

Para medir este parámetro se tiene que tener en cuenta la cantidad de sodio (Na) relacionado con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), obteniendo así el porcentaje de sodio intercambiable. Este resultado expresado en unidades de mili-equivalentes por 100 gramos de suelo (meq/100gr), nos da a entender cuanto sodio han adsorbido las partículas del suelo (GASCA et al, 2011). Este parámetro es importante para poder identificar a qué tipo de suelo salino pertenece, el suelo muestreado.

El porcentaje de sodio intercambiable se puede determinar con la siguiente ecuación, establecida por el United States Department of Agriculture (USDA)

$$PSI = \frac{Na^+}{CIC} \times 100$$

e) Relación de adsorción de sodio (RAS)

Este parámetro lo medimos con ayuda del magnesio, sodio y calcio que están contenidos en la solución del suelo, su unidad es 1 mili-equivalentes sobre 100 gramos de suelo (1 meq/100 gr). El RAS nos ayuda a estimar el riesgo que puede generar el agua de riego en un determinado tiempo (CUELLAR et al, 2015). Este parámetro es importante al igual que el PSI, para poder identificar a qué tipo de suelo salino pertenece, el suelo muestreado.

El RAS puede ser calculado por la siguiente fórmula establecida por el United States Department of Agriculture (USDA):

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}$$

f) Presión osmótica (PO)

La presión osmótica en el suelo origina que las plantas gasten una mayor energía para poder absorber agua, ya que existe una mayor compactación del suelo, lo que genera que la planta al no obtener el agua necesaria se marchite. Esto se da si los fluidos celulares de la planta poseen una menor salinidad que el agua que se va absorber (IBAÑEZ, J, 2007). Los valores que estén de 1 a 3, serán clasificados como normal, mientras si la PO, se encuentra de 5 a 10 se considerara como elevada. Este se mide multiplicando la conductividad eléctrica (CE) por la constante 0.36.

1.3.5 Efectos de sales en suelos y plantas

La pérdida de las propiedades físicas y químicas son los principales efectos de grandes concentraciones de sales afectando su fertilidad, limitando de esta forma al crecimiento de las plantas. Como indica BABELIS, G y LIOTTA, M. (s. f), un suelo afectado por sales tiende en superficie tener eflorescencia salina y también

presentan una escasa vegetación, con especies halófitas y xerófitas que suelen adaptarse a condiciones extremas, ejemplo de estas especies que se encuentran comúnmente son: Jume, vidriera, espina blanca, etc.

Según LUTENBERG, O (s.f), el suelo afectado por las concentraciones altas de sales genera diferentes efectos en las plantas, como:

Efecto hídrico: A mayor presencia de sales en el suelo, aumenta su presión osmótica, impidiendo la absorción del agua de una forma adecuada para las plantas, ya que la concentración salina del suelo es mayor generando de esa forma que el agua salga hacia el suelo y ocasionando que la planta se marchite y muera.

Efecto energético: La planta tendrá problemas para absorber el agua, debido al aumento de la presión osmótica, generando un desgaste energético, ya que la planta necesitará mayor energía para realizar la acción, la cual retardará el crecimiento de esta.

Efecto nutricional: Las altas concentraciones de calcio, sodio, cloruros, etc. Como contenido de nutrientes a nivel intracelular; da lugar a indicios de toxicidad.

VAN, A (2007, p. 9), señala que el exceso de sales solubles en el suelo, genera en las plantas diferentes síntomas como: marchitamiento por escases de agua, reducción del tamaño de hojas y un color verde azulado. Mientras que el exceso de sodio intercambiable ocasiona que los nutrientes esenciales para las plantas se vuelvan insolubles como el cobre, boro, fosforo, zinc y hierro. También presentan síntomas como quemaduras en los bordes de las hojas, su materia seca es mínima, disminución de su altura y antes de completar su desarrollo mueren. Se puede observar en la tabla N°5, como se ven afectados los cultivos según su conductividad eléctrica y grado de salinidad.

Tabla 5: Clasificación de cultivos afectados, según su CE y grado de salinidad del suelo.

CE (dS/m-25° C)	Suelos	Afectan
0 – 2	Normales	
2 – 4	Ligeramente salinos	Cultivos muy sensibles
4 – 8	Salinos	La mayoría de los cultivos

8 – 16	Fuertemente salinos	Solo se obtiene rendimiento en los cultivos tolerantes
>16	Extremadamente salinos	Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables

Fuente: Castañeda, P. (2016).

1.3.6 Algunas soluciones para recuperar suelos salinos

Lavado o lixiviado de sales

Es el tratamiento más común para remediar suelos salinos, en la cual se utiliza gran cantidad de agua de una buena calidad mezclado con materia orgánica o fertilizantes, lo que se quiere es que las sales sean trasportadas a los horizontes más profundos del suelo, donde no tenga contacto con las raíces de las plantas, o también estas aguas con alto contenido de sales pueden ser evacuadas por drenes (Miliarium, s. f).

Azufre

Es una enmienda química que también es utilizada por su bajo costo, pero para que pueda funcionar el proceso de recuperación el suelo debe tener como mínimo 1% de carbonatos de calcio, para que esta pueda interactuar con el ácido sulfúrico formando el sulfato de calcio, generando así el cambio de sodio por calcio. Su proceso es lento, por ello el suelo no se puede lavar hasta cierto tiempo, ya que el azufre debe estar en su etapa de oxidación y se pueda obtener mejor resultados (SOLÉ y CANTÓN, 2014, p.12).

Fitorremediación

Es un tipo de biorremediación que consiste en una recuperación biológica utilizando especies vegetales resistentes a la salinidad. Estas plantas deben tener las siguientes características: Una biomasa grande para que retenga los compuestos dañinos del suelo, especialmente que sea en la parte aérea como es el tallo y las hojas, para que pueda facilitar su cosecha y con un ciclo de vida corta (PANTOJA y BARKLA, 2010, p.2).

1.3.7 *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva aerobia lo que significa que posee una pared celular gruesa y que necesitan oxígeno para poder crecer; esta habita en el suelo, posee una estructura muy resistente llamada “endospora” que le asegura la supervivencia en condiciones ambientales extremas, como al calor, la sal y el ácido. Estas producen antibióticos naturales que generan el debilitamiento de la pared celular y evitan el crecimiento de patógenos colonizando las raíces para que los hongos no traten de dañar la raíz (GUERRERO y SALCIDO, 2014, párr. 6).

El *Bacillus subtilis* posee dos ciclos de vida alternativos de diferentes patrones de división celular: Por reproducción y esporulación, en caso de su reproducción es asexual por fisión binaria que consiste en la división celular, la cual se genera una copia de su ADN en un punto nombrado “origen de replicación” dentro del cromosoma, estos se mueven hacia los extremos opuestos de la célula y al mismo tiempo se crea un septo que es el punto donde se dividirá la célula y se obtendrá dos bacterias. La esporulación del *Bacillus subtilis* se da cuando en el ambiente donde se encuentra existe ausencia de nutrientes, la cual la bacteria para persistir genera endosporas que son muy resistentes y adaptables al medio en que se encuentra. Donde el cromosoma se extiende a un polo de la celda llamándose forespora en la cual ira instalada el ADN de la bacteria y las proteínas especializadas se unen para protegerlo generando una barrera proteica protectora, para luego ir a la superficie externa de la celda, este proceso demora de 7 a 8 horas. Cuando sus condiciones mejoran y la endospora pueda sobrevivir en ese medio, esta germina y el *B. subtilis* vuelve a entrar en ciclo de vida vegetativo (ANGERT, E, 2005, p. 216).

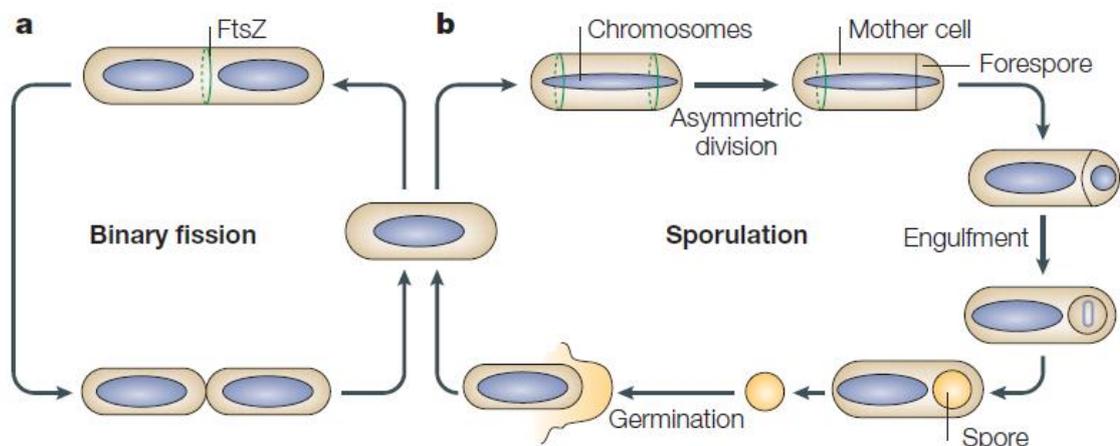


Figura 2: Ciclo de vida del *Bacillus subtilis*

Fuente: ANGERT, E (2005)

El *Bacillus subtilis* puede crecer a temperaturas entre 10 a 50 centígrados (C°), 0.93 – 0.95 de actividad de agua (Aw), potencial de hidrogeno entre 3 a 9.6 pH y humedad a 95% como límite máximo. Esta bacteria es llamada “encalador biológico” debido a que produce carbonatos de calcio o cal, mediante segregaciones (excretas) este mecanismo de encalamiento que realiza la bacteria, ocasiona la estabilidad de los compuestos como el sodio, magnesio, potasio. Al momento que estos compuestos estén estables generara la reducción de la biodisponibilidad a nivel edáfico, así como de ser menos biosiamilables para las plantas (CUERVO, 2010, p. 15).

Los carbonatos de calcio o cal que excreta el *Bacillus subtilis*, son sustancias que ayudan a fortalecer el suelo, así como mejorando su capacidad de aireación del suelo e infiltración de agua y nutrientes. También disminuye la presencia del aluminio que en grandes cantidades impide la producción de materia orgánica, observando cambios importantes en el calcio, magnesio, fosforo y potasio (ESCOBAR, 2015, párr. 13).

1.4 Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál es la eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral?

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la dosis óptima de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral?
- ¿Varían significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, luego de la aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*?

1.5 Justificación

Justificación ambiental

La salinidad de suelos; además, de tener impactos agronómicos posee impactos ambientales, tales como la degradación, erosión e impactos ecosistémicos, ello porque genera una variación significativa en la microbiología edáfica; asimismo, limita los ciclos biogeoquímicos y la capacidad de regulación hídrica, entre otros.

En tal sentido la presente investigación plantea una opción económica y accesible, que permite reducir la salinidad en los suelos, a través de la adición de una cepa bacteriana *Bacillus subtilis*, la cual segrega (excretas) cal, por eso se conoce a esta metodología como “encalado biológico”, la cual colateralmente es un aporte para la biorremediación y biofertilización de suelos salinos (CAÑAS, E, s.f).

Este es un proceso accesible, ya que el microorganismo se encuentra en la naturaleza y empresarialmente se crea como un biocontrolador de enfermedades de plantas. El *Bacillus subtilis* ayuda a mejorar la baja fertilidad, la alcalinidad, acidez y problemas de drenaje, ayudando al suelo y siendo un producto amigable con el ambiente. Donde no se necesitaría de aplicaciones de encalado químico, ya que estas se irán reproduciendo y estabilizando al suelo gradualmente.

Justificación económica

El uso de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos de Quepepampa, luego de buena difusión y con base en los resultados obtenidos, los agricultores podrían adoptarla como una práctica de reducción de sales del suelo (encalado natural). Según ESCOBAR (2015) esta bacteria mejora las propiedades del suelo, la fertilidad y contrarresta los problemas de drenaje, de esta forma se podría incrementar la producción y la productividad de sus cultivos. Es decir, al no incurrir en gastos de encalado químico, sus costos de producción se reducirían sustancialmente a largo plazo. Por ello, se evaluó la eficacia del tratamiento usando *Bacillus subtilis*, con el fin de que le pueda ser accesible al poblador, así reduciendo gastos que ocasiona la salinidad en el suelo. Dado que la zona del centro poblado de Quepepampa es un lugar donde la población se sustenta con el agro.

Justificación teórica

La gran importancia que posee esta bacteria para este proyecto es que origina carbonatos de calcio o también conocida como cal, que sería un buen aliado para el tratamiento de suelos salinos, ya que esto ocasiona la estabilidad de los compuestos como el sodio,

magnesio, potasio. Al momento que estos compuestos estén estables generara la reducción de la biodisponibilidad a nivel edáfico, así como de ser menos biosiamilables para las plantas (CUERVO, J, 2010, p. 15). No se han realizado experimentaciones directamente utilizando esta bacteria para suelos salinos, pero CAÑAS, E (s.f), afirma que, por ser un encalador biológico, generaría la reducción de salinidad. El cual servirá como información básica para futuras investigaciones.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

Hi: El *Bacillus subtilis* es eficaz para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

Ho: El *Bacillus subtilis* no es eficaz para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

Hipótesis específicas

- Hi: La dosis óptima de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral, es de 6 gr.

Ho: La dosis óptima de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral, no es de 6 gr.

- Hi: Las propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, varían significativamente luego de la aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*.

Ho: Las propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, no varían significativamente luego de la aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*.

1.7 Objetivos

Objetivo general:

Determinar la eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

Objetivos específicos:

- Determinar la dosis óptima *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral.
- Determinar que propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, varían significativamente luego de la aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

- Tipo de Investigación

Por su propósito la investigación es aplicada, con enfoque Cuantitativo, basados en HERNÁNDEZ, R [et al]. (2010), que manifiesta que una investigación cuantitativa es la que utiliza una recopilación de datos para comprobar una hipótesis, con sustento en el cálculo numérico y un análisis estadístico con el propósito de probar teorías y hacer uso del razonamiento deductivo.

- Nivel de la investigación

Explicativo, ya que, según HERNÁNDEZ, M (2012) indica que “es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo”.

- **Diseño de investigación**

En el presente estudio, el diseño de investigación es experimental, basado en HERNÁNDEZ, R [et al]. (2010, p.122), en la cual manifiesta que este tipo de diseño consiste en la manipulación de una o más variables de estudio (independiente), para poder evaluar los posibles efectos que genera tal estímulo sobre una o más variables (dependiente). Por lo expuesto anteriormente en esta investigación se manipulará la variable independiente que es el tratamiento biológico con *Bacillus subtilis* en nuestra variable dependiente (suelos salinos), para poder observar su eficacia en la reducción de salinidad en suelos del centro poblado de Quepepampa, Huaral.

2.2 Variables, operacionalización

A continuación, se muestra la matriz de operacionalización de la variable dependiente (suelos salinos) y de la variable independiente (eficacia del *Bacillus subtilis*):

Tabla 6: Matriz de operacionalización de la variable dependiente

Variabl e	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensio nes	Indicadores	Instrument o de medición
Variabl e depend iente: Suelos salinos	La salinidad es uno de los tipos de degradación de suelo, debido al constante incremento de sales por los factores ya expuestos anteriormente. Destacando las zonas áridas y semiáridas, donde generan una muy escasa productividad por los	La salinidad presente en suelo se determina con los valores de las propiedades químicas y físicas del suelo; las cuales fueron: la conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), potencial de hidrogeno (pH), para después hallar el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), con	Propiedad es químicas	Conductividad eléctrica (CE)	De razón
				Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	De razón
				Relación de adsorción de sodio (RAS)	De razón
				Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	De razón
				Presión osmótica (PO)	De razón

	daños a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (ARBELO, C et al, 2006, p.1).	la formula $(Na/CIC) \times 100$; también hallar la relación de adsorción de sodio (RAS) y la presión osmótica (PO), multiplicando la CE con la constante 0,36.		Potencial hidrogeno (pH)	De intervalo
			Propiedad es físicas	Estructura	Nominal
				Textura	Nominal

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 7: Matriz de operacionalización de las variables independientes

Variab les	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensio nes	Indicadores	Instrument o de medición
Variabl e indepe ndiente : Eficacia del <i>Bacillus subtilis</i>	Esta bacteria también llamada “encalador biológico” debido a que produce carbonatos de calcio o cal, que son sustancias para fortalecer el suelo, así mejorando su capacidad de aireación del suelo e infiltración de agua y nutrientes (ESCOBAR, 2015, párr. 13).	Para medir la eficacia del uso de <i>Bacillus subtilis</i> se usará una fórmula que consiste en la concentración final menos la concentración inicial sobre la concentración inicial, todo multiplicado por el 100%. En el caso de la aplicación del <i>Bacillus subtilis</i> se tendrá en cuenta un litro de agua el cual se diluirá con 42,85 gr y 85,71 gr de biofertilizante lo que nos indica 3 y 6 gr de <i>Bacillus subtilis</i> .	Dosis	Peso Bajo (3gr) Alto (6gr)	De razón
			Eficacia	Concentración Concentración inicial Concentración final	De razón

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Se tomó como población los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, que se encuentra ubicado en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, Perú.

2.3.2 Muestra

La muestra es no probabilística, dado que esta ha sido seleccionada por criterio del investigador; entre las principales razones se encuentra: La cercanía, accesibilidad, es una zona donde se producen cultivos de exportación y al verse dañado el suelo por salinidad afecta a las propiedades del suelo, lo que genera daños a los cultivos, disminuyendo la

producción y rendimiento comercial ocasionando pérdidas económicas para los pobladores de Quepepampa.

2.3.3 Muestreo

A) Se aplicará un tipo de muestreo aleatorio superficial simple en la cual se tomará de cada punto indicado (figura 3), un poco de cada uno punto establecido, lo homogenizamos y luego utilizar la técnica de partición de muestras (figura 4), para obtener una muestra representativa, en este caso 1Kg el cual se colocará en una bolsa impermeable para evaluarlo en laboratorio como análisis de pre-tratamiento.



Figura 3: Muestreo aleatorio simple

Fuente: Ministerio del Ambiente (2014)

A continuación, se muestra el método del cuarteo el cual se realizó para colectar la muestra de línea base, puesto que corresponde a una muestra compuesta y con el método del cuarteo (figura 4) se tomó un kilogramo de suelo.

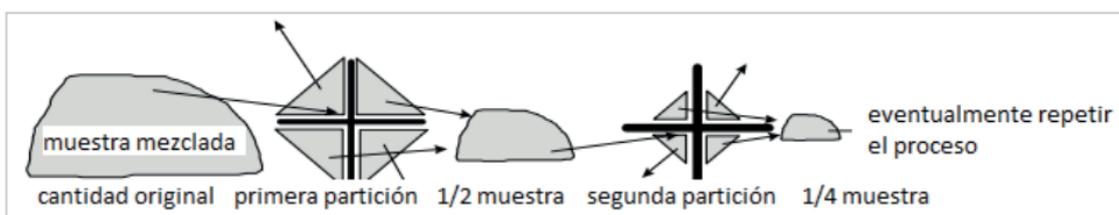


Figura 4: Método del cuarteo

Fuente: Ministerio del Ambiente (2014)

B) Del área a evaluar se extraerá 5 submuestras para obtener nuestra cantidad original, estas se tomaron en los 15 a 20 primeros centímetros del suelo, para luego ser homogenizadas. Extrayendo un total de 28 Kg de suelo, que se colocaron en 7 macetas

donde se realizó el tratamiento con *Bacillus subtilis* a nivel laboratorio (replica ex situ) (figura 5).

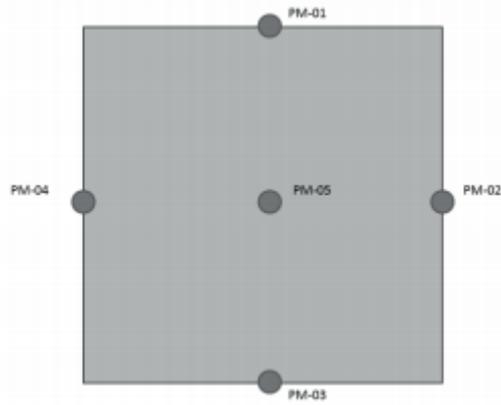


Figura 5: Localización de los puntos de muestreo en el área a estudiar

Fuente: Ministerio del Ambiente (2014).

Unidad Experimental

Los kilogramos de suelo salino recolectados en el centro poblado de Quepepampa, distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima, Perú.

Localización de la zona de estudio

La zona para el estudio se ubicó en una chacra del centro poblado de Quepepampa, con las siguientes coordenadas UTM, WGS84:

X: 255357, Y: 8724923, zona 18L.

Se utilizó el software Arcgis 10.3, para su respectiva localización con las coordenadas ya tomadas, dicha imagen se muestra a continuación:

Ubicación de las sub muestras:

La distribución espacial de las cinco muestras colectadas se muestra a continuación:

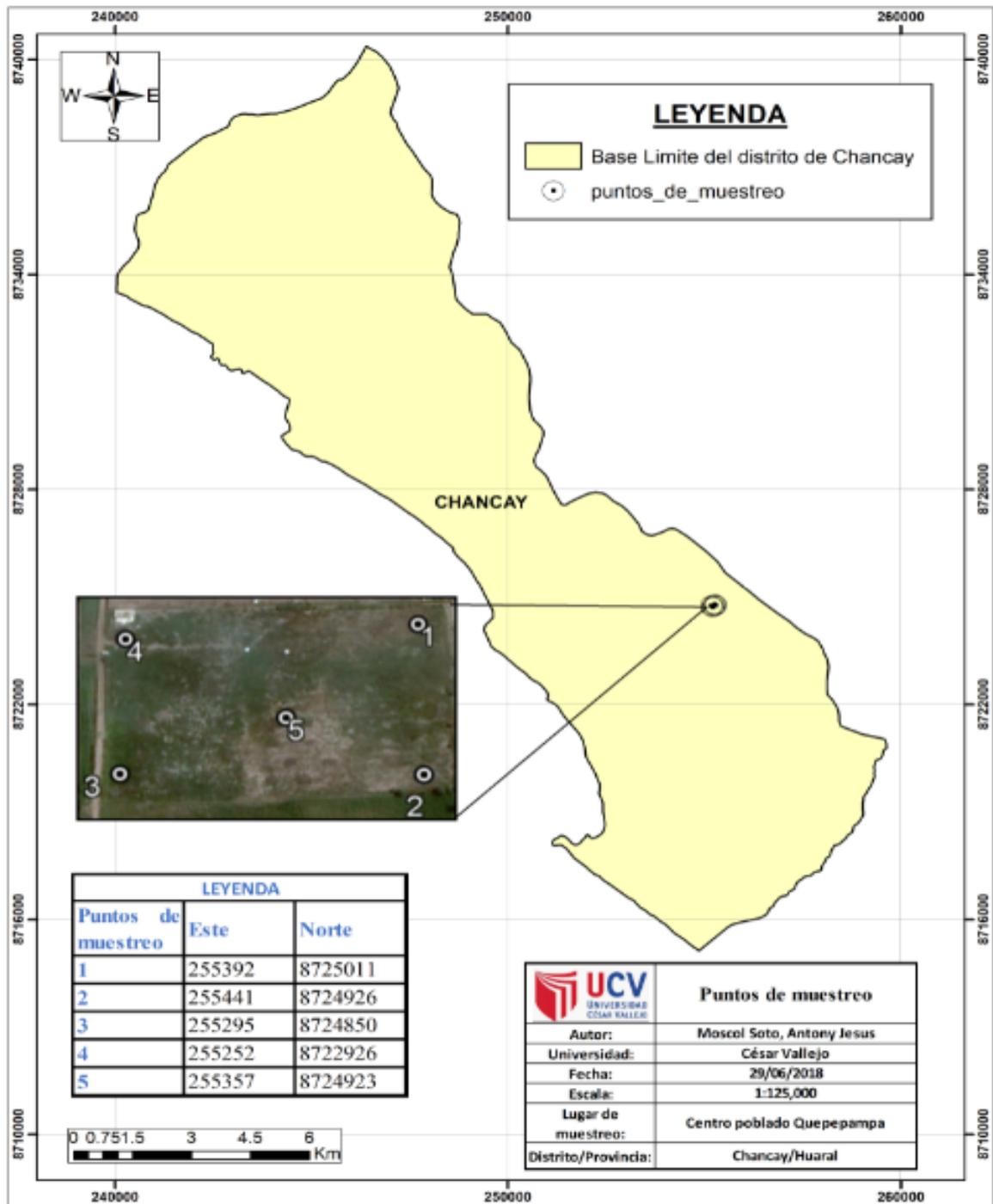


Figura 6: Localización de las sub-muestras

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Arcgis 10.3 (2018)

La ubicación exacta donde se colectaron las submuestras, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8: Coordenadas de las submuestras tomadas para el muestreo

Puntos	Este	Norte
--------	------	-------

1	255392	8725011
2	255441	8724926
3	255295	8724850
4	255252	8722926
5	255357	8724923

Fuente: Elaboración propia (2018)

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

2.4.1 Materiales y equipos utilizados en el experimento

Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes materiales:

- 01 Lampa
- 01 Plumón indeleble
- Bolsas ziplock de 1 Kg
- Balanza de mano
- Guantes
- Guardapolvo
- 07 Macetas de acero
- Biofertilizante con cepas de *Bacillus subtilis*
- Envase de vidrio de un litro
- Balanza analítica
- Cuchara pequeña

2.4.2 Descripción del procedimiento

Para el presente trabajo de investigación se siguió una serie de pasos, los cuales nos ayudaron a llegar al objeto de estudio, encontrar la eficacia de la bacteria *Bacillus subtilis* para la reducción de salinidad en los suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral. Para ello se tuvo en cuenta las siguientes etapas:

2.4.2.1. Primera etapa: Muestreo de diagnóstico

Consiste en la toma de la muestra, que se encuentra detallado en el subcapítulo 2.3.3 *Muestreo*, punto A; también se puede observar en el siguiente diagrama de flujo (Fig. N°7).

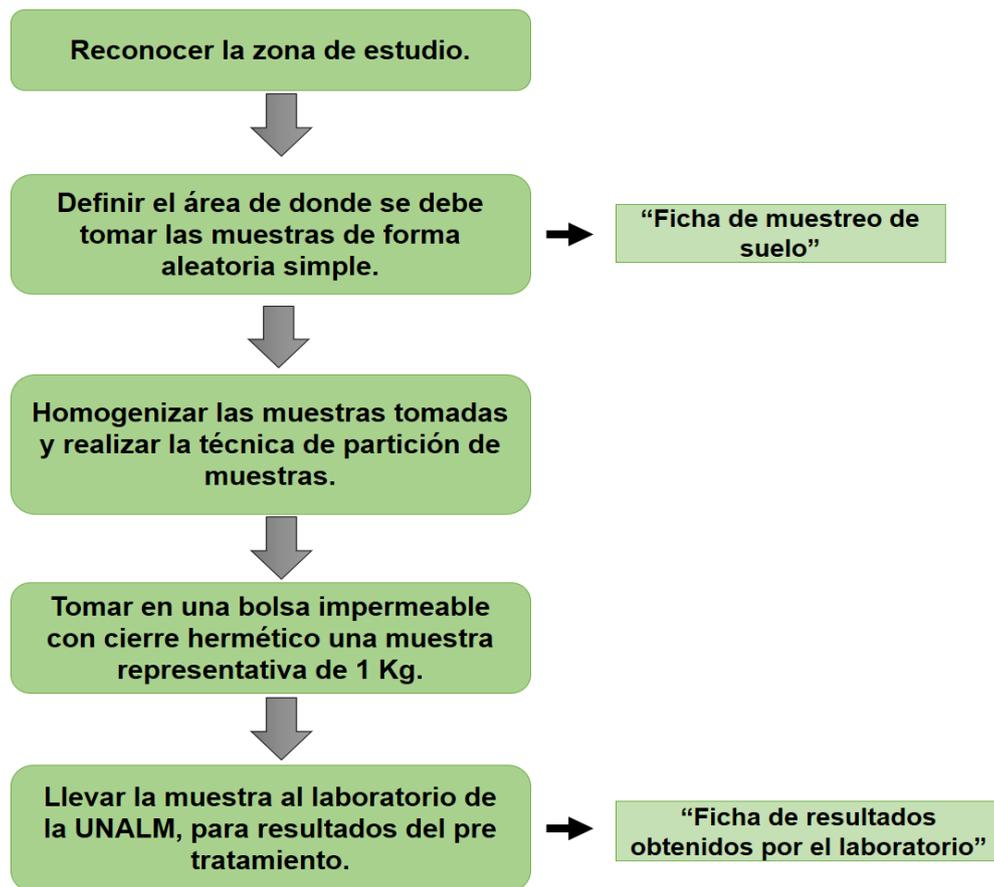


Figura 7: Diagrama de levantamiento de información del punto y toma de muestra

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.4.2.2 Segunda etapa: Suelo colectado para tratamiento ex situ con *Bacillus subtilis* (BS):

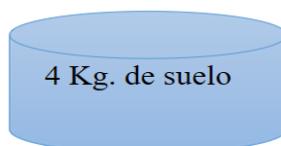
Colección de muestra:

De área a evaluar se extrae 5 submuestras de forma aleatoria, estos se tomarán en los 15 a 20 primeros centímetros del suelo, para luego homogenizarlas. De requirió extraer un total de 28 Kg de suelo, estas se colocaron en bolsas impermeables, y llevarlas al lugar donde se debe realizar la adaptación del símil para la aplicación del *Bacillus subtilis*.

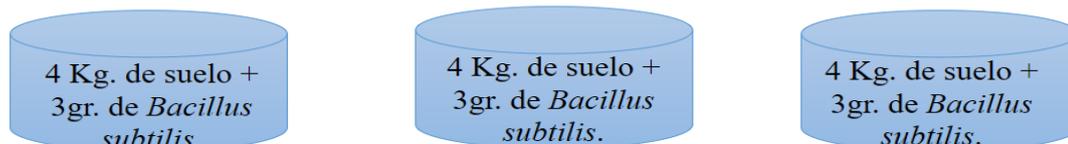
Distribución del diseño experimental (BCA):

Para la presente tesis, se usó el diseño en bloques completos aleatorizados, con dos tratamientos y 3 repeticiones, usando macetas experimentales con capacidad de 4 Kg.

Muestra N° 01 (Unidad de Control)



Muestra N° 02 (Tratamiento N° 1)



Muestra N° 03 (Tratamiento N° 2)

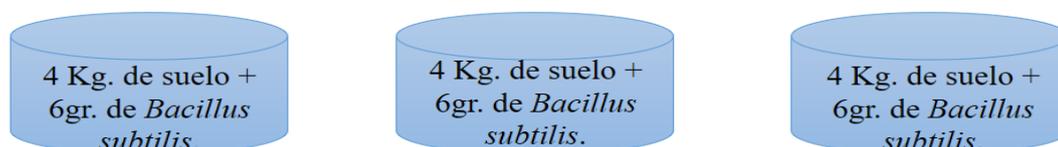


Figura 8: Distribución de tratamientos de acuerdo con el Diseño en bloques completos aleatorizados

Fuente: Elaboración propia (2018)

Dosificación y aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*:

- Se usaron 28 Kg de suelo para aplicar el tratamiento con *Bacillus subtilis* la cual debe contar con dos dosis, tres repeticiones en cada dosis y una unidad de control como se observa en el diseño en bloques completos aleatorizados (Fig. N° 6).
- Se instalaron 7 macetas donde se colocó como base un papel filtro (para evitar pérdidas de suelo), seguido 2 centímetros de grava y por ultimo a cada maceta 4 Kg de suelo.
 - Unidad de control
 - A una maceta la rotulamos (Te), que es la unidad de control, donde no se le aplico ningún tratamiento, se mantuvo a condición del medio ambiente, solo se regaba con 1 litro de agua una vez por semana por tres semanas a temperatura ambiente.
 - Esta unidad de control, se usó ya que se aplicó el tratamiento ex situ, entonces se comparó los resultados con los del grupo experimental para determinar si hay diferencias.

- Tratamiento N° 1: Dosis 3 gr de *Bacillus subtilis*

- Para obtener los 3 gramos de *Bacillus subtilis* del biofertilizante se realizó una operación de una regla de tres simples para sacar la proporción de biofertilizante que se necesita para obtener 3 gramos de las cepas de *Bacillus subtilis* ya que, el biofertilizante contiene 1000 gr y su concentración de las cepas bacterianas de *Bacillus subtilis* es de 70 gr.

Biofertilizante	<i>Bacillus subtilis</i>
1000 gr -----	70 gr
X -----	3 gr

$$X = \frac{1000 \text{ gr} \times 3 \text{ gr}}{70 \text{ gr}}$$

$$X = 42,85 \text{ gr}$$

- Se pesó 42,85 gramos, en la balanza analítica de la Universidad César Vallejo-Lima norte, la cual luego fue diluida en un litro de agua.
- Su aplicación se realizó una vez por semana, durante tres semanas a temperatura ambiente.
- Tres de las seis macetas restantes, fueron tratadas con 3 gramos de *Bacillus subtilis*, dichas macetas estaban debidamente rotuladas (T1.1, T1.2 y T1.3), donde la T.1 indica que es el primero tratamiento, y el siguiente número, el total de repeticiones.

- Tratamiento N° 2: Dosis 6 gr de *Bacillus subtilis*

- Para obtener los 6 gramos de *Bacillus subtilis* del biofertilizante se realizó una operación de una regla de tres simples para sacar la proporción de biofertilizante que se necesita para obtener 6 gramos de las cepas de *Bacillus subtilis* ya que, el biofertilizante contiene 1000 gr y su concentración de las cepas bacterianas de *Bacillus subtilis* es de 70 gr.

Biofertilizante	<i>Bacillus subtilis</i>
1000 gr -----	70 gr
X -----	3 gr

$$X = \frac{1000 \text{ gr} \times 6 \text{ gr}}{70 \text{ gr}}$$

$$X = 85,71 \text{ gr}$$

- Se pesó 85,71 gramos en la balanza analítica de la Universidad César Vallejo-Lima norte, cual luego fue diluida en un litro de agua.
- Se aplicó el tratamiento N° 2 una vez por semana, durante tres semanas a temperatura ambiente.
- Las tres macetas restantes, fueron tratadas con 6 gramos de *Bacillus subtilis*, dichas macetas estaban debidamente rotuladas (T2.1, T2.2 y T2.3), donde la T.2 indica que es el segundo tratamiento, y el siguiente número, el total de repeticiones.

Para este fin utilizamos la “ficha de registro de frecuencia y aplicación de dosis de *Bacillus subtilis*” (Anexo N° 3). Observar en el siguiente diagrama de flujo el procedimiento descrito (Fig. N°6).

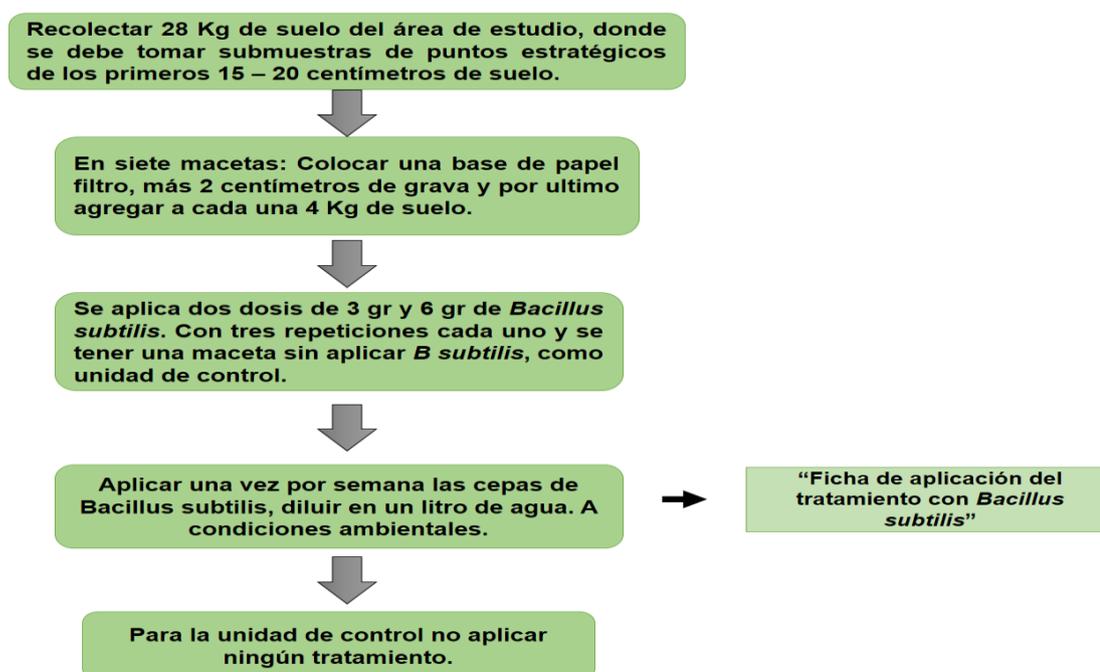


Figura 9: Diagrama de aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.4.2.3 Tercera etapa: Análisis de resultado obtenido en la aplicación del *Bacillus subtilis*:

- Después de la aplicación por tres semanas *Bacillus subtilis*, tomamos una muestra de cada maceta: 1 Kg de suelo en cada bolsa impermeable y se rotulo de forma correcta, para ser llevado a analizar al laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertierriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

- Cuando se obtenga los resultados emitidos por el laboratorio se debe procesar los datos de los parámetros: porcentaje de sodio intercambiable (PSI), relación de adsorción de sodio (RAS) y presión osmótica (PO), con las ecuaciones mostradas en el marco teórico.
- Para poder hallar la eficacia del *Bacillus subtilis* se utilizó la siguiente fórmula.

$$E(\%) = \frac{S - S_0}{S} \times 100$$

Donde:

E: Eficacia en %

S: Valores de los parámetros antes de la aplicación del tratamiento

S₀: Valores de los parámetros después de la aplicación del tratamiento

- Finalmente responder con los problemas e hipótesis planteadas.

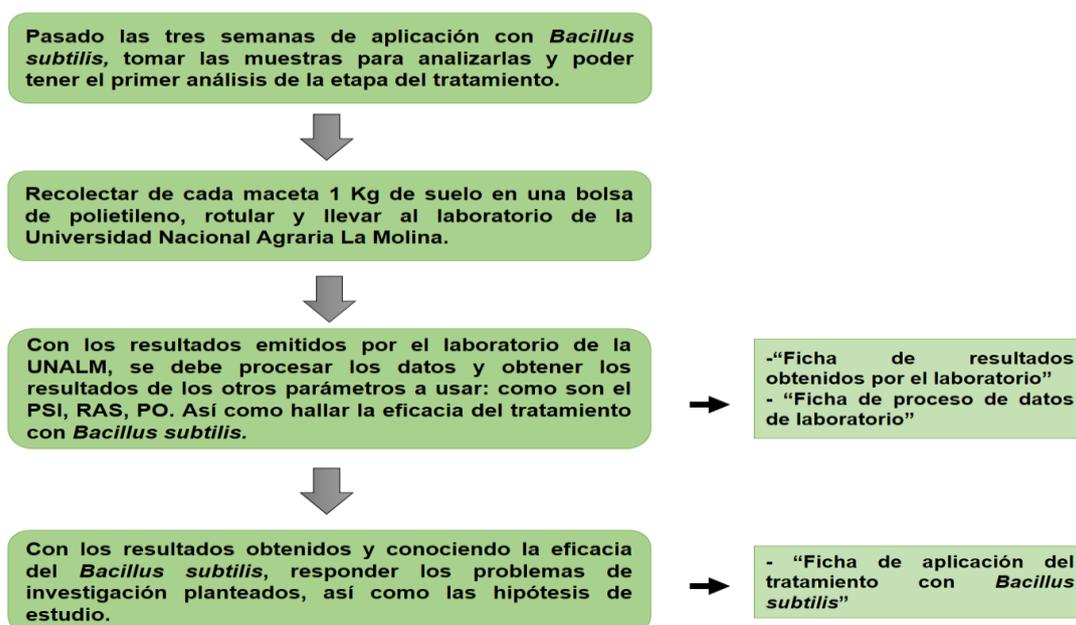


Figura 10: Diagrama de análisis de resultados

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se usará las siguientes técnicas e instrumentos:

- Fichas para la recolección de datos

Instrumento que ayudara a registrar los datos tomados en campo, así como los resultados obtenidos a través de la información brindada por los laboratorios de los análisis en pre-

tratamiento y post-tratamiento. Estas fichas para recolectar datos serán revisadas y validadas por un grupo de expertos.

➤ Revisión de bibliografía

Se accedió a fuentes bibliográficas relacionadas a tratamiento de suelos salinos para que sirvan de apoyo en la elaboración de las técnicas para la recolección de datos.

Tabla 9: Instrumentos y técnicas de recolección de información por etapa

Etapas	Fuentes	Técnicas	Instrumento	Resultados
Levantamiento de información del punto y toma de muestra	Área de estudio: suelos del centro poblado Quepepampa	Observación y fichas para la recolección de datos.	Ficha de muestreo de suelo (Anexo N° 2)	Ubicación del punto de muestreo
Aplicación del <i>Bacillus subtilis</i>	Muestras de suelos (7 macetas con 4Kg de suelo)	Revisión de bibliografía y fichas para la recolección de datos.	Ficha de registro de frecuencia y aplicación de dosis de <i>Bacillus subtilis</i> (Anexo N° 3)	Muestras tratadas con <i>Bacillus subtilis</i> , conociendo sus frecuencia de aplicación.
Análisis de resultados	Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	Experimentación Observación	<ul style="list-style-type: none"> ● Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio (Anexo N° 4) ● Ficha de proceso de datos de laboratorio (Anexo N° 5) ● Ficha de registro de la eficacia del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i> (Anexo N° 6) 	Obtener resultados del tratamiento para que se pueda determinar la eficacia del <i>Bacillus subtilis</i> para la reducción de salinidad.

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.4.4 Validez y confiabilidad

La validación de los instrumentos se realizará mediante la aprobación por tres expertos en el tema de investigación, ellos verificarán; alcanzaran alguna observación si es necesario y con su firma se concretará la validación. Los instrumentos a evaluarán será los siguientes:

➤ Ficha de muestreo de suelo (Anexo N° 2)

- Ficha de registro de frecuencia y aplicación de dosis de *Bacillus subtilis* (Anexo N° 3)
- Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio (Anexo N° 4)
- Ficha de datos calculados con los resultados del laboratorio (Anexo N° 5)

Tabla 10: Lista de expertos que validaron los instrumentos de recolección de información

Especialista	Nombres	Apellidos	Grado académico	Especialidad	N° de colegiatura	Porcentaje
1	César Eduardo	Jiménez Calderón	PhD	Ingeniero Agrónomo	42355	91,5%
2	Francisco Alejandro	Alcántara Boza	Doctor	Ingeniero geógrafo	194095	92,5%
3	Sigfredo Alexander	Quintana Paetan	Magister	Químico	596	93%

Fuente: Elaboración propia (2018)

La confiabilidad de los instrumentos validados por los expertos se realizó mediante el programa estadístico SPSS 23, donde se analizaron los puntajes brindados por cada experto en cada instrumento de recolección de datos. Donde estos se comprobarán con el Alfa de Cronbach, el cual, si el valor del alfa es próximo a 1, mayor será la consistencia de los ítems que fueron analizados, el rango de confiabilidad es de 0.6 a 1.

En la siguiente tabla se indica el resultado del Alfa de Cronbach, aplicados a los puntajes obtenidos por los expertos, el cual fue de 0.869, la cual está dentro del rango de confiabilidad.

Tabla 11: Estadística de fiabilidad de los instrumentos validados por los expertos

Estadística de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N° de elementos
0.869	50

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

2.5 Métodos de análisis de datos

2.5.1 Método de recojo de datos

Las muestras de suelo del pre tratamiento como post tratamiento fueron enviadas al laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde con los resultados obtenidos se conocerá la eficacia del tratamiento con *Bacillus subtilis* para la reducción de salinidad en los suelos de Quepepampa, Huaral.

Los datos también son procesados por los programas SPSS y Excel para un mejor análisis de los resultados.

2.5.1 Método de procesamiento de datos

Para procesar los resultados estadísticamente, se empleó el software Microsoft Excel, en la cual se elabora cuadros y graficas de barra para demostrar los resultados obtenidos por el uso del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- Primero, los valores que se obtuvieron antes y después de la aplicación de los tratamientos, fueron colocados en el programa Microsoft Excel, creando tablas que sirvieron para realizar el análisis de los resultados.
- Luego, teniendo las tablas con los resultados, se procederá a crear los graficas por el promedio de cada parámetro, así como el promedio de la eficacia en cada parámetro, obtenida por el uso de *Bacillus subtilis*.

En el presente trabajo para contrastar hipótesis, se usó la prueba de hipótesis “T-student” donde se tuvieron dos grupos experimentales con dos muestras independientes, las muestras se analizaron antes y después del tratamiento, se usará los siguientes tipos de “T-student”.

- Muestras relacionadas “Antes-Después”

Para evaluar si existe una diferencia significativa en las medias de los resultados de los parámetros antes y después de cada tratamiento, para ello primero se evalúa si las muestras son normales, para la cual se realizó la prueba de normalidad,

donde tenemos a Kolmogorov-Smirnov, para muestras mayores a 30 y a Shapiro-Wilk, para muestras menores a 30 (RODRIGUEZ, C et al, s. f, p. 22).

Por ello para la presente investigación se trabajó con Shapiro-Wilk, porque se tiene menos de 30 muestras.

Criterio para determinar normalidad:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor $< \alpha$ Los datos no provienen de una distribución normal.

Donde $\alpha=0.05$

Criterio para decidir es:

P-valor $\leq \alpha$, se rechaza la H_0 (Se acepta la H_1)

P-valor $> \alpha$, no rechaza la H_0 (Se acepta la H_0)

- Muestras independientes

Para evaluar si existe una diferencia significativa entre la media de los dos tratamientos, para ello se evaluó si las muestras son normales, para la cual se realizó la prueba de normalidad, donde tenemos a Kolmogorov-Smirnov para muestras mayores a 30 y a Shapiro-Wilk, para muestras menores a 30 (RODRIGUEZ, C et al, s. f, p. 20).

Por ello para la presente investigación se trabajó con Shapiro-Wilk, porque se tiene menos de 30 muestras.

Criterio para determinar normalidad:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor $< \alpha$ Los datos no provienen de una distribución normal.

Igualdad de varianzas:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ Aceptar H_0 = Las varianzas son iguales.

P-valor $< \alpha$ Aceptar H_1 = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

Criterio para decidir es:

P-valor $\leq \alpha$, se rechaza la H_0 (Se acepta la H_1)

P-valor $> \alpha$, no rechaza la H_0 (Se acepta la H_0)

2.6 Aspectos éticos

El actual trabajo de investigación está elaborado con la recolección de información de diversas fuentes bibliográficas relacionadas al tema, que se encuentran correctamente citadas por el autor correspondiente y el año de publicación. Así como la información que se obtendrá en campo.

No existirá manipulación de los resultados, ya que estas estarán evidenciadas en el informe de resultados entregado por el laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Asimismo, las fotos que se tomaran al momento de la toma de muestra y en el procedimiento de la aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*.

III. RESULTADOS

3.1 Primera etapa: Muestreo de diagnóstico

Resultados iniciales:

Los resultados obtenidos antes de aplicar el tratamiento con *Bacillus subtilis* fueron brindados por el laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego-Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), los cuales fueron los siguientes:

Tabla 12: Resultados iniciales de los parámetros del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral.

Suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral	
Parámetros	Valores Iniciales
Potencial de hidrogeno (pH)	8.05
Conductividad eléctrica (CE) (dS/m)	11,26
Sodio (Na) (1 meq/100gr)	0.40
Calcio (Ca) (1 meq/100gr)	7.56
Magnesio (Mg) (1 meq/100gr)	1.76
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (1meq/100gr)	10.10
Textura	Franco arenoso
Valores procesados	
Parámetros	Valores Iniciales
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	3.96
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.18
Presión Osmótica (PO)	4.05

Fuente: Resultados del laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Los valores iniciales de los parámetros químicos del suelo (Tabla 11 y Tabla 12), permitieron calcular el RAS (< 12) y PSI (< 15), indican que es un suelo salino; asimismo, la conductividad eléctrica es de 11.26 correspondiendo así a un suelo fuertemente salino.

3.3 Segunda etapa y tercera etapa

Resultados obtenidos de la unidad de control: Los cuales se detallan a continuación:

Tabla 13: Resultados de la unidad de control (Te)

Unidad de control (Te)	
Parámetros	Te
Potencial de hidrogeno (pH)	7.68
Conductividad eléctrica (CE) (dS/m)	9.19
Sodio (Na) (1 meq/100gr)	0.30
Calcio (Ca) (1 meq/100gr)	8.52
Magnesio (Mg) (1 meq/100gr)	1.40

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (1meq/100gr)	10.53
Textura	Franco arenoso
Valores procesados	
Parámetros	Valores Iniciales
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	2.85
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.13
Presión Osmótica (PO)	3.31

Fuente: Resultados del laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Los valores obtenidos en la unidad de control, donde no se aplicó ningún tratamiento. La conductividad eléctrica (CE) disminuye, pero el valor que posee la CE es de 9.19 dS/m, correspondiendo a un suelo fuertemente salino.

Resultados obtenidos después de los tratamientos: Los cuales se detallan a continuación:

- **Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*):**

Tratamiento N° 1 – Dosis de 3 gramos de <i>Bacillus subtilis</i>									
Parámetros	Repeticiones			Promedio	Valor inicial	Eficacia%			
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			T.1.1	T.1.2	T.1.3	Promedio
Conductividad eléctrica (CE) (dS/m)	1,08	1,19	1,43	1,23	11,26	90,41%	89,43%	87,30%	89,05%

Potencial de hidrogeno (pH)	7,93	8	8,24	8,05	8,05				
Sodio (Na) (1 meq/100gr)	0,09	0,15	0,12	0,12	0,40				
Calcio (Ca) (1 meq/100gr)	8,76	7,80	9,49	8,68	7,56				
Magnesio (Mg) (1 meq/100gr)	1,67	1,67	2,24	1,86	1,76				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (1 meq/100gr)	11,05	10,15	12,48	11,22	10,10				
Valores procesados									
Parámetros	T.1.1	T.1.2	T.1.3	Promedio	Valor inicial	Eficacia %			
						T.1.1	T.1.2	T.1.3	Promedio
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	0.81	1.47	0.96	1.08	3.96	79.55%	62.88%	75.76%	72.73%
Relación de adsorción de sodio (RAS) (1 meq/100gr)	0.04	0.07	0.05	0.05	0.18	77.78%	61.11%	72.22%	70.37%
Presión Osmótica (PO)	0.39	0.43	0.51	0.44	4.05	90.41%	89.43%	87.30%	89.05%

Tabla 14: Resultados del tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*)

Fuente: Resultados del laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

La conductividad eléctrica (CE) luego de aplicado el tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 11,26 a 1,23 dS/m, lo cual representa un 89,05% de eficacia.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) luego de aplicado el tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 3,96 a 1.08 %, lo cual representa un 72,73% de eficacia.

El potencial osmótico (PO) luego de aplicado el tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 4,05 a 0,44 dS/m, lo cual representa un 89,05% de eficacia.

- **Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*):**

Tabla 15: Resultados del tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*)

Fuente: Resultados del laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la

• **Tratamiento N° 2 – Dosis de 6 gramos de *Bacillus subtilis***

Parámetros	Repeticiones			Promedio	Valor inicial	Eficacia%			
	T.2.1	T.2.2	T.2.3			T.2.1	T.2.2	T.2.3	Promedio
Conductividad eléctrica (CE) (dS/m)	1,42	1,42	1,23	1,35	11,26	87,4%	87,4%	89,07%	88%
Potencial de hidrogeno (pH)	8,07	7,85	8,1	8	8,05				
Sodio (Na) (1 meq/100gr)	0,13	0,10	0,10	0,11	0,40				
Calcio (Ca) (1 meq/100gr)	8,40	8,05	8,33	8,26	7,56				
Magnesio (Mg) (1 meq/100gr)	1,43	1,58	1,57	1,53	1,76				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	10,44	10,19	10,46	10,36	10,10				
Valores procesados									
Parámetros	T.2.1	T.2.2	T.2.3	Promedio	Valor inicial	Eficacia			
						T.2.1	T.2.2	T.2.3	Promedio
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	1,24	0,98	0,96	1,06	3,96	68,69%	75,25%	75,76%	73,23%
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0,06	0,04	0,04	0,05	0,18	66,67%	77,78%	77,78%	74,07%
Presión Osmótica (PO)	0,51	0,51	0,44	0,5	4,05	87,39%	87,39%	89,08%	88%

Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

La conductividad eléctrica (CE) luego de aplicado el tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 11,26 a 1,35 dS/m, lo cual representa un 88% de eficacia.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) luego de aplicado el tratamiento N°2 (6 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 3,96 a 1.06 %, lo cual representa un 73,23% de eficacia.

El potencial osmótico (PO) luego de aplicado el tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*), se redujo de 4,05 a 0,5 dS/m, lo cual representa un 88% de eficacia.

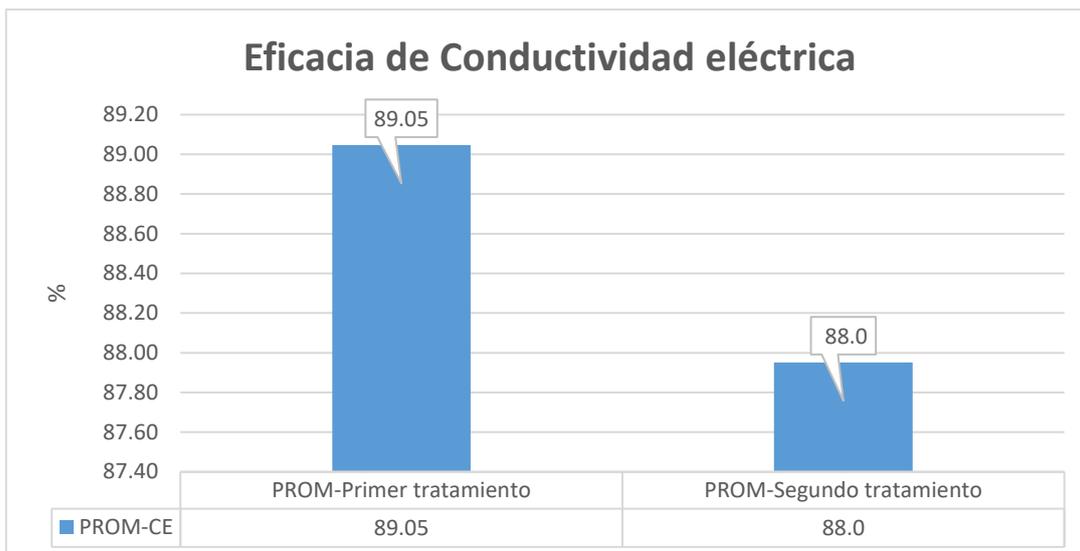


Figura 11: Eficacia de la conductividad eléctrica

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se presenta la eficacia de la conductividad eléctrica (CE) en ambos tratamientos con *Bacillus subtilis*, donde se utilizó el resultado del primer análisis del suelo del centro poblado Quepepampa y los promedios de las tres repeticiones del primer tratamiento (3gr Bs) y segundo tratamiento (6gr Bs). Los valores de la eficacia fueron: primer tratamiento 89,05 % y segundo tratamiento 87,95 %.

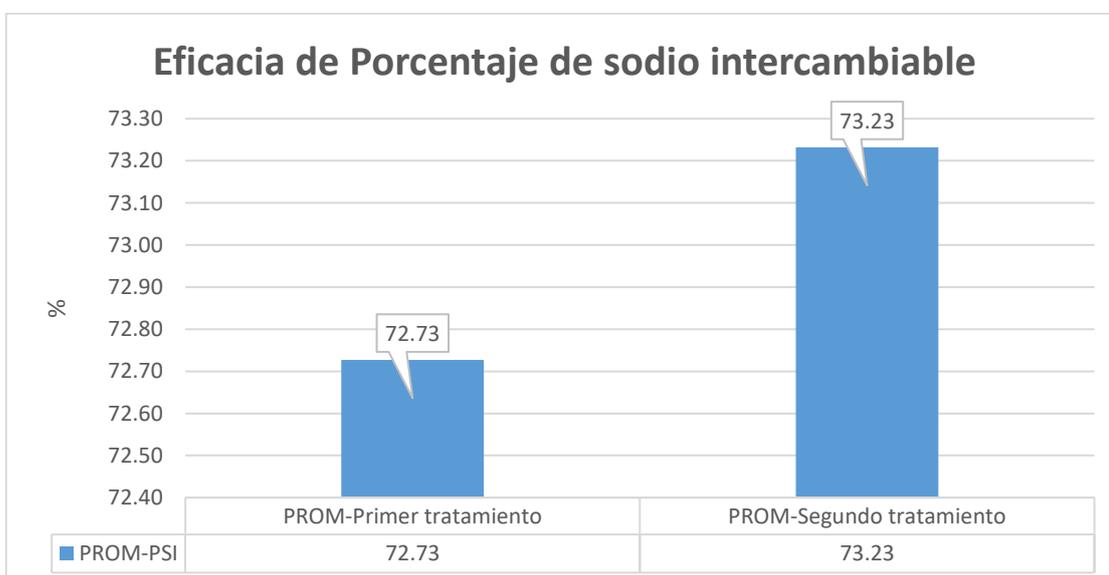


Figura 12: Eficacia del porcentaje de sodio intercambiable

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se presenta la eficacia del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en ambos tratamientos con *Bacillus subtilis*, donde se utilizó el resultado del primer análisis del

suelo del centro poblado Quepepampa y los promedios de las tres repeticiones del primer tratamiento (3gr Bs) y segundo tratamiento (6gr Bs). Los valores de la eficacia del PSI fueron: primer tratamiento 72,73 % y segundo tratamiento 73,23 %.

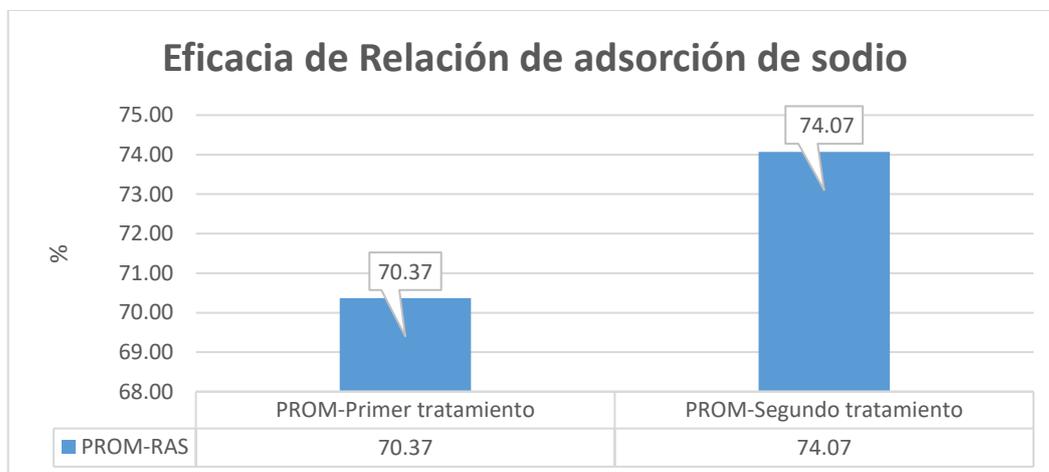


Figura 13: Eficacia de la relación de adsorción de sodio

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se presenta la eficacia de la relación de adsorción de sodio (RAS) en ambos tratamientos con *Bacillus subtilis*, donde se utilizó el resultado del primer análisis del suelo del centro poblado Quepepampa y los promedios de las tres repeticiones del primer tratamiento (3gr Bs) y segundo tratamiento (6gr Bs). Los valores de la eficacia del RAS fueron: primer tratamiento 70,37 % y segundo tratamiento 74,07 %.

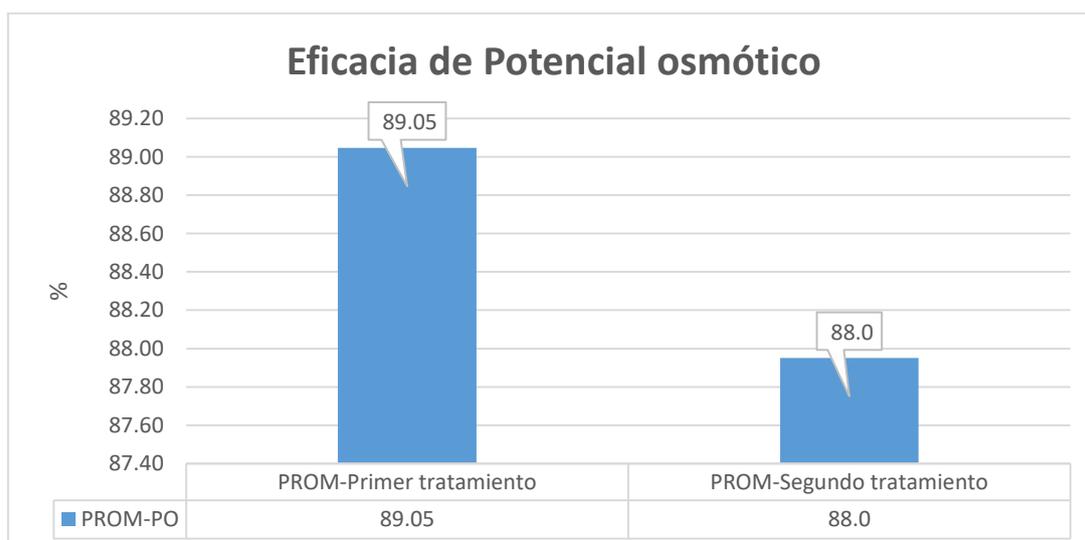


Figura 14: Eficacia del potencial osmótico

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se presenta la eficacia de la presión osmótica (PO) en ambos tratamientos con *Bacillus subtilis*, donde se utilizó el resultado del primer análisis del suelo del centro poblado Quepepampa y los promedios de las tres repeticiones del primer tratamiento (3gr Bs) y segundo tratamiento (6gr Bs). Los valores de la eficacia del PO fueron: primer tratamiento 89,05 % y segundo tratamiento 87,95 %.

Contraste de hipótesis

Hipótesis general

Hi: El *Bacillus subtilis* es eficaz para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

Ho: El *Bacillus subtilis* no es eficaz para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

T-Student muestras relacionadas

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE) del tratamiento N° 1, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 16: Prueba de normalidad conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de CE	Parámetro CE	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		CE INICIAL	0,175	3	.	1,000	3
	CE Final - Tratamiento N°1	0,262	3	.	0,956	3	0,597

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 15, la prueba de normalidad para la concentración de CE inicial (antes del tratamiento) y CE final (después del Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)), donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,597** respectivamente, dichos valores son mayores que **0,05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE) del tratamiento N° 1.

Tabla 17: Prueba de t-student conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (CE)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
				10,02667	0,18583			

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción de la conductividad eléctrica de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción de conductividad eléctrica de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,000**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción de conductividad eléctrica en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del tratamiento N° 1, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 18: Prueba de normalidad porcentaje de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PSI	Parámetro PSI	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	PSI INICIAL	0,175	3	.	1,000	3	1,000
PSI Final - Tratamiento N°1	0,302	3	.	0,910	3	0,417	

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 17, la prueba de normalidad para la concentración de PSI inicial (antes del tratamiento) y PSI final (después del Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)), donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,417** respectivamente, dichos valores son mayores que **0.05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del tratamiento N° 1.

Tabla 19: Prueba de t-student potencial de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (PSI)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	2,88000	0,34395	0,19858	2,02559	3,73441	14,503	2	0,005

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción del potencial de sodio intercambiable de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción del potencial de sodio intercambiable de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,005**, siendo menor que 0,0 5

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción del porcentaje de sodio intercambiable en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la Relación de adsorción de sodio (RAS) del tratamiento N° 1, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 20: Prueba de normalidad relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de RAS	Parámetro RAS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	RAS INICIAL	0,175	3	.	1,000	3	1,000
RAS Final - Tratamiento N°1	0,253	3	.	0,964	3	0,637	

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 19, la prueba de normalidad para la concentración de RAS inicial (antes del tratamiento) y RAS final (después del Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)) donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,637** respectivamente, dichos valores son mayores que **0,05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos de la relación de adsorción de sodio (RAS) del tratamiento N° 1.

Tabla 21: Prueba de t-student relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (RAS)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
				0,12667	0,01528			

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción de la relación de adsorción de sodio de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción de relación de adsorción de sodio de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,005**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción de la relación de adsorción de sodio en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos del potencial osmótico (PO) del tratamiento N° 1, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 22: Prueba de normalidad potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PO	Parámetro PO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		PO INICIAL	0,175	3	.	1,000	3
	PO Final - Tratamiento N°1	0,227	3	.	0,983	3	0,747

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 21, la prueba de normalidad para la concentración de PO inicial (antes del tratamiento) y PO final (después del Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)) donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,747** respectivamente, dichos valores son mayores que **0,05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos del potencial osmótico (PO), del tratamiento N° 1.

Tabla 23: Prueba de t-student potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas

Inicial – Final (PO)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	3,61000	0,05568	0,03215	3,47169	3,74831	112,302	2	0,000

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción del potencial osmótico de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción del potencial osmótico de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,000**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción del potencial osmótico en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE) del tratamiento N° 2, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 24: Prueba de normalidad conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de CE	Parámetro CE	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		CE INICIAL	0,175	3	.	1,000	3
	CE Final - Tratamiento N°2	0,353	3	.	0,824	3	0,174

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 23, la prueba de normalidad para la concentración de CE inicial (antes del tratamiento) y CE final (después del Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)) donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,174** respectivamente, dichos valores son mayores que **0,05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE), del tratamiento N° 2.

Tabla 25: Prueba de t-student conductividad eléctrica (CE) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (CE)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	9,90333	0,11930	0,06888	9,60697	10,19970	143,777	2	0,000

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción de la conductividad eléctrica de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción de conductividad eléctrica de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,000**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción de conductividad eléctrica en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del tratamiento N° 2, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 26: Prueba de normalidad porcentaje de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PSI	Parámetro PSI	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	PSI INICIAL	0,175	3	.	1,000	3	1,000
PSI Final - Tratamiento N°2	0,362	3	.	0,803	3	0,122	

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 25, de la prueba de normalidad para la concentración de PSI inicial (antes del tratamiento) y PSI final (después del Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)) donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,122** respectivamente, dichos valores son mayores que **0.05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI), del tratamiento N° 2.

Tabla 27: Prueba de t-student potencial de sodio intercambiable (PSI) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (PSI)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	2,90000	0,16523	0,09539	2,48955	3,31045	30,400	2	0,001

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción del porcentaje de sodio intercambiable de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción del porcentaje de sodio intercambiable de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,001**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción del porcentaje del sodio intercambiable en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la relación de adsorción de sodio (RAS) del tratamiento N° 2, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 28: Prueba de normalidad relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de RAS	Parámetro RAS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	RAS INICIAL	0,175	3	.	1,000	3	1,000
RAS Final - Tratamiento N°1	0,253	3	.	0,964	3	0,637	

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 27, la prueba de normalidad para la concentración de RAS inicial (antes del tratamiento) y RAS final (después del Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)) donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,637** respectivamente, dichos valores son mayores que **0.05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos de la relación de adsorción de sodio (RAS), del tratamiento N° 2.

Tabla 29: Prueba de t-student relación de adsorción de sodio (RAS) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas							
Inicial – Final (RAS)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		gl	Sig. (bilateral)

				Inferior	Superior			
	0,13333	0,02082	0,01202	0,08162	0,18504	11,094	2	0,008

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción de la relación de adsorción de sodio de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción de la relación de adsorción de sodio de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,008**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción de la relación de adsorción de sodio en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos del potencial osmótico (PO) del tratamiento N° 2, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 30: Prueba de normalidad potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PO	Parámetro PO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		PO INICIAL	0,175	3	.	1,000	3
	PO Final - Tratamiento N°2	0,349	3	.	0,832	3	0,194

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 29, la prueba de normalidad para la concentración de PO inicial (antes del tratamiento) y PO final (después del Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*))

donde el Sig (bilateral) es de **1,000** y **0,194** respectivamente, dichos valores son mayores que **0.05**, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal**.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras relacionadas) la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE), del tratamiento N° 2.

Tabla 31: Prueba de t-student potencial osmótico (PO) inicial y final – Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*)

Diferencias emparejadas								
Inicial – Final (PO)	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	3,56333	0,05774	0,03333	3,41991	3,70676	106,900	2	0,000

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) no es eficaz para la reducción del potencial osmótico de los suelos del centro poblado Quepepampa.

Hi: El tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) es eficaz para la reducción del potencial osmótico de los suelos del centro poblado Quepepampa.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,000**, siendo menor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

El tratamiento N°2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) si es eficaz para la reducción del potencial osmótico en los suelos salinos del centro poblado Quepepampa, Huaral.

T-Student muestras independientes

Hi=Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados del tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y la media de los resultados del tratamiento N° 2 (3g de *Bacillus subtilis*)

Ho= No existe una diferencia significativa entre la media de los resultados del tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y la media de los resultados del tratamiento N° 2 (3g de *Bacillus subtilis*)

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE) de los tratamientos con *Bacillus subtilis*, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 32: Prueba de normalidad Conductividad eléctrica (CE) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de CE	Parámetro CE	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		Tratamiento N°1	0,262	3	.	0,956	3
	Tratamiento N°2	0,368	3	.	0,792	3	0,094

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 31, la prueba de normalidad para la concentración final de CE con el Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y la concentración final de CE con el Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), donde el Sig (bilateral) es de **0,597** y **0,094** respectivamente, dichos valores son mayores que 0.05, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal** en ambos tratamientos.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras independientes) la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE), de los tratamientos con *Bacillus subtilis*.

Tabla 33: Prueba de t-student Conductividad eléctrica (CE) - Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Concentraciones de CE	Se asumen varianzas iguales	1,152	0,344	-1,039	4	0,357	-0,12333	0,11870	-0,452	0,206
	No se asumen varianzas iguales			-1,039	3,160	0,372	-0,12333	0,11870	-0,490	0,243

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

- **Prueba de igualdad de varianzas de Levene**

a) Prueba de hipótesis

Ho: No existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05, se rechaza la hipótesis nula

c) Resultado/decisión

Sig = **0,344**, siendo mayor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), para la reducción de la conductividad eléctrica del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- **Prueba T- student “muestras independientes”**

a) Prueba de hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,357**, siendo mayor que 0,05

Se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna

d) Conclusión

No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), en la reducción de la conductividad eléctrica del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos del potencial de sodio intercambiable (PSI) de los tratamientos con *Bacillus subtilis*, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 34: Prueba de normalidad Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PSI	Parámetro PSI	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		Tratamiento N°1	0,302	3	.	0,910	3
	Tratamiento N°2	0,362	3	.	0,803	3	0,122

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 33, la prueba de normalidad para la concentración final de PSI con el Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y la concentración final de PSI con el Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), donde el Sig (bilateral) es de **0,417** y **0,122** respectivamente, dichos valores son mayores que 0,05, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal** en ambos tratamientos.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras independientes) la cual comprende datos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI), de los tratamientos con *Bacillus subtilis*.

Tabla 35: Prueba de T-student porcentaje de sodio intercambiable (PSI) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
Concentraciones de PSI		Se asumen varianzas iguales	2,787	0,170	0,091	4	0,932	0,020	0,219	-0,588	0,628
		No se asumen varianzas iguales			0,091	2,783	0,933	0,020	0,219	-0,709	0,749

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

- **Prueba de igualdad de varianzas de Levene**

e) **Prueba de hipótesis**

Ho: No existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

f) **Regla de decisión**

Sig. > 0,05, se rechaza la hipótesis nula

g) **Resultado/decisión**

Sig = **0,170**, siendo mayor que 0.05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

h) **Conclusión**

Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), para la reducción del porcentaje de sodio intercambiable del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- **Prueba T- student “muestras independientes”**

e) Prueba de hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

f) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

g) Resultado/decisión

Sig = **0,628**, siendo mayor que 0,05

Se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna

h) Conclusión

No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), en la reducción del porcentaje de sodio intercambiable del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la relación de adsorción de sodio (RAS) de los tratamientos con *Bacillus subtilis*, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 36: Prueba de normalidad Relación de adsorción de sodio (RAS) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de RAS	Parámetro RAS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		Tratamiento N°1	0,253	3	.	0,964	3
	Tratamiento N°2	0,253	3	.	0,964	3	0,637

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 35, la prueba de normalidad para la concentración final de RAS con el Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y la concentración final de PSI con el Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), donde el Sig (bilateral) es de 0,637 y 0,637 respectivamente, dichos valores son mayores que 0,05, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal** en ambos tratamientos.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras independientes) la cual comprende datos de la conductividad eléctrica (CE), de los tratamientos con *Bacillus subtilis*.

Tabla 37: Prueba de t-student- Relación de adsorción de sodio (RAS) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Concentraciones de RAS	Se asumen varianzas iguales	0,000	1,000	0,535	4	0,621	0,0067	0,01247	-0,0279	0,0413
	No se asumen varianzas iguales			0,535	4,000	0,621	0,0067	0,01247	-0,0279	0,0413

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

- **Prueba de igualdad de varianzas de Levene**
- a) **Prueba de hipótesis**

Ho: No existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05, se rechaza la hipótesis nula

c) Resultado/decisión

Sig = **1,000**, siendo mayor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), para la reducción de relación de adsorción de sodio del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- **Prueba T- student “muestras independientes”**

a) Prueba de hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,621**, siendo mayor que 0.05

Se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna

d) Conclusión

No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), en la reducción de la relación de adsorción de sodio del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- A continuación, se muestra la tabla de normalidad la cual comprende datos de la presión osmótica (PO) de los tratamientos con *Bacillus subtilis*, y los cálculos correspondientes de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro - Wilk.

Tabla 38: Prueba de normalidad Presión osmótica (PO) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Pruebas de normalidad							
Concentraciones de PO	Parámetro PO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		Tratamiento N°1	0,227	3	.	0,983	3
	Tratamiento N°2	0,349	3	.	0,832	3	0,194

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

Se observa en la tabla 37, la prueba de normalidad para la concentración final de PO con el Tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y la concentración final de PO con el Tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), donde el Sig (bilateral) es de **0,747** y **0,194** respectivamente, dichos valores son mayores que 0.05, por lo tanto, se evidencia que existe una **distribución normal** en ambos tratamientos.

- A continuación, se muestra la tabla de la prueba de T- Student, de (muestras independientes) la cual comprende datos de la presión osmótica (PO), de los tratamientos con *Bacillus subtilis*.

Tabla 39: Prueba de t-student Potencial osmótico (PO) – Tratamiento N° 1 (3g de *Bacillus subtilis*) y Tratamiento N° 2 (6g de *Bacillus subtilis*)

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Concentraciones de PO	Se asumen varianzas iguales	0,179	0,694	-0,985	4	0,380	-0,046	0,047	-0,178	0,084
	No se asumen varianzas iguales			-0,985	3,715	0,384	-0,046	0,047	-0,182	0,088

Fuente: Elaboración propia, adaptado del SPSS 23 (2018)

- **Prueba de igualdad de varianzas de Levene**

a) Prueba de hipótesis

Ho: No existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05, se rechaza la hipótesis nula

c) Resultado/decisión

Sig = **0,694**, siendo mayor que 0,05

Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna

d) Conclusión

Si existe igualdad de varianzas en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), para la reducción del potencial osmótico del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

- **Prueba T- student “muestras independientes”**

a) Prueba de hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

Hi: Si existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*).

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

c) Resultado/decisión

Sig = **0,084**, siendo mayor que 0.05

Se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna

d) Conclusión

No existe diferencia significativa en el tratamiento N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), en la reducción del potencial osmótico del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral.

IV. DISCUSIÓN

Luego de obtener los resultados, propios de la investigación se determinó que el tratamiento con las cepas bacterianas de *Bacillus subtilis* es eficaz, para la reducción de la salinidad de suelo del caso particular del centro poblado Quepepampa, Huaral, Perú.

La conductividad eléctrica (CE) luego de aplicar el tratamiento N° 1 (3 gr de *Bacillus subtilis*) se redujo de 11,26 dS/m a 1,23 dS/m. Mientras que después de aplicar el tratamiento N° 2 (6 gr de *Bacillus subtilis*) se redujo de 11,26 dS/m a 1,35 dS/m. La cual confirma la investigación de ZUÑIGA, O et al (2011), donde menciona que el tratamiento con el biofertilizante (con contenido de *Bacillus subtilis*), redujo la conductividad eléctrica de 6,1 dS/m a 1,6 dS/m. Dado que estos estabilizan las sales solubles del suelo, estos compuestos como el sodio, magnesio, potasio, se vuelven estables y serán menos biodisponible a nivel edáfico.

Para el caso de la muestra de unidad de control, a la cual no se le aplicaron tratamientos y que únicamente fue regada con agua potable, en una frecuencia de una vez por semana durante tres semanas, tuvo como resultado 9,19 dS/m. Esto se debe a como indica RAMÍREZ, P (2016), que el lavado de suelos también reduce el contenido de sales solubles en suelo, ya que las sales se desplazan en conjunto con el agua.

Para la presión osmótica la concentración inicial fue 3,96 dS/m y luego de aplicar el tratamiento con 3 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 0,44 dS/m mientras que aplicando el tratamiento con 6 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 0.5 dS/m, teniendo como eficacia en cada tratamiento 89,05 % y 88 %, respectivamente. La investigación de MANZANO. J (2014), da a conocer que, usando mejoradores de estiércol de bovino, tuvo una eficacia de 74.2 %. Concluyendo que el uso de las cepas bacterianas de *Bacillus subtilis*, tiene mayor porcentaje de eficacia, para la reducción de la presión osmótica en el suelo.

En el porcentaje de sodio intercambiable el suelo a tratar tenía un valor inicial de 3.96% y luego de aplicar el tratamiento con 3 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 1 mientras que aplicando el tratamiento con 6 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 1,08 y 1,06 respectivamente, teniendo un valor de eficacia de 72, 73 para el tratamiento N° 1 y 73, 23 para el tratamiento N° 2. Esto se debe a lo que HERNANDEZ, J et al (2013) nos indica que una enmienda orgánica favorece en la reducción del PSI en el suelo, ya que facilita a la lixiviación de Na soluble, parámetro que actúa como defloculante de las propiedades del suelo.

En el caso de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se observa que aumenta ligeramente ya que la muestra inicial era de 10,10 y luego de aplicar el tratamiento con 3 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 11,22 mientras que aplicando el tratamiento con 6 gr de *Bacillus subtilis* se obtuvo una concentración de 10,36. El CIC son los cationes cambiables del suelo (Ca, Na, Mg, etc), donde PIEDRAHITA, O (2011), indica que a mayor contenido de CIC el suelo podrá retener mayor cantidad de nutrientes, por ello estas sales se ven en aumento. Dado que las sales perjudiciales son las sales solubles en el suelo, que se traduce en el valor que posee la conductividad eléctrica (CE). Donde a mayor cantidad de CE, mayor cantidad de sales solubles y a menor cantidad de CE, menor cantidad de sales solubles.

V. CONCLUSIONES

- El suelo del centro poblado Quepepampa presenta actualmente niveles altos de salinidad, especialmente en la capa superficial (0-20 cm), por lo que se requiere de un tratamiento para reducir la salinidad de dicho suelo.
- La eficacia de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos es superior al 70 % para todos los tratamientos. La eficacia se respalda en los datos obtenidos en los tratamientos: T1 (3gr de *Bacillus subtilis*): 89,05% de conductividad eléctrica, 72,73% de porcentaje de sodio intercambiable, 70,37 de relación de adsorción de sodio y 89,05 de presión osmótica, mientras en el T2 (6gr de *Bacillus subtilis*) la eficacia por parámetro fueron las siguientes: 88% de conductividad eléctrica, 73,23% de porcentaje de sodio intercambiable, 74,07% de relación de adsorción de sodio y 88% de presión osmótica.
- La dosis optima de *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral, es el tratamiento N° 2 (6gr de *Bacillus subtilis*), ya que obtuvo los siguientes valores de eficacia: 88% de conductividad eléctrica, 73,23% de porcentaje de sodio intercambiable, 74,07 % de relación de adsorción de sodio y 88% de presión osmótica.
- El tratamiento con *Bacillus subtilis*, tuvo un cambio significativo en las propiedades químicas del suelo, menos en el caso del pH, debido a que se

mantiene en el rango neutro. Mientras que, en las propiedades físicas del suelo, no hubo una variación significativa ya que se mantiene el valor inicial del suelo, así como después de aplicar los tratamientos N° 1 (3gr de *Bacillus subtilis*) y N°2. (6gr de *Bacillus subtilis*), un suelo que posee una textura franco arenoso.

VI. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones trabajar con dosis con mayor concentración de variación, específicamente en el gramaje de la bacteria *Bacillus subtilis*, con el propósito de evaluar si existe una significancia en la eficacia de las diferentes dosificaciones.
- Que la inoculación de las bacterias al suelo sea directa, para evaluar si existe una significancia en la eficacia de los parámetros de la salinidad.
- Realizar más análisis de los parámetros del suelo, como físicos y biológicos para poder ver la máxima eficacia del *Bacillus subtilis*, para reducir la salinidad de los suelos.
- Usar esta información como línea base para la reducción de la salinidad en suelos, ya que en la presente investigación se validó que si funciona el *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad en suelos.
- Este tratamiento es accesible al agricultor, debido que, es más barato al lavado de suelos; ya que para el lavado de suelos aproximadamente se gasta S/. 1500 soles para unos 100m², mientras utilizando el biofertilizante que contiene *Bacillus subtilis* aproximadamente se gastaría S/. 650 soles y su frecuencia de uso de este encañador biológico para la prevención ambiental del suelo serian de una solo vez, puesto que estas se irán reproduciendo y estabilizando al suelo gradualmente.

Referencias Bibliográficas

Academia Peruana de Ingeniería. Investigación sobre el problema de salinidad en los suelos agrícolas en la costa peruana [en línea]. 12 de octubre del 2010. [fecha de consulta: 10 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://apiperu.com.pe/Presentaciones/salina1.pdf>

ANGERT, Esther. Alternatives to binary fission in bacteria [en línea]. 2005, [fecha de consulta: 14 de abril del 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7994849_Angert_ER_Alternatives_to_binary_fission_in_bacteria_Nat_Rev_Microbiol_3_214-224

ARBELO, C [et al]. Salinidad y alcalinidad en suelos de las zonas áridas de Tenerife (Islas Canarias) [en línea]. Vol. 13, núm. 3, 2006. [Fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/Revista/tomo13c/articulo171.pdf>

ARCHANA, Pareek y ASHWANI, Kumar. Bioremediation of saline soils using aquatic plants [en línea]. Vol. 2, núm. 2, 19 de abril del 2014. [fecha de consulta: 22 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://ujconline.net/wp-content/uploads/2013/09/12-UJPBS-1495-Rs.pdf>

ISSN: 2347 – 3614

Área de Edafología y Química Agrícola. Degradación química, salinización, origen de la salinidad [en línea]. España: Universidad de Extremadura. 17 de noviembre del 2004. [Fecha de consulta: 16 de setiembre del 2017]. Disponible en: <https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/GCSP/GCSL3DQSaliOrigen.htm>

ARORA, Sanjay [et al.]. Bio-remediation of saline and sodic soils through halophilic bacteria to enhance agricultural production [en línea]. Vol. 15, núm. 4, 11 de diciembre del 2016. [fecha de consulta: 22 de setiembre del 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312172447_Bio-remediation_of_saline_and_sodic_soils_through_halophilic_bacteria_to_enhance_agricultural_production

ISSN: 2455 – 7145

BABELIS, German y LIOTTA, Mario. Recuperación de suelos salinos [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.laspraderassemillas.com.ar/home/recuperacion%20suelos%20salinos%20INTA%20SJ.htm>

BARBARO, Lorena [et al.]. Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 20 de setiembre] Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/importancia-del-ph-y-la-conductividad-electrica-ce-en-los-sustratos-para-plantas>

BARRETO, Zaira [et al.]. *Uso de vermicomposta en suelo salino con plantas de Chile Serrano (Capsicum annuum L.) en invernadero* [en línea]. S.f. [fecha de consulta: 13 de setiembre del 2017]. Disponible en: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/54.pdf

BARRIENTOS, Irbin. Escala de pH del suelo [en línea]. 26 de junio del 2016. [fecha de consulta: 20 de setiembre]. Disponible en: <https://irbinbarrientosandia.wordpress.com/2016/06/26/escala-de-ph-del-suelo/>

CAÑAS, Elizabeth. La bacteria *Bacillus Subtilis* genera carbonatos de calcio o cal, sustancias que fortalecen el suelo [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 25 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.bioquirama.com/pdf/La-bacteria-Bacillus-subtilis.pdf>

CASAS, Raquel. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas [en línea]. España, 201 [Fecha de consulta: 6 de junio del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=h8_qVzIoJ00C&printsec=frontcover&dq=suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiR2-btqMrbAhUOq1MKHYyvBF4QuwUIKjAA#v=onepage&q=suelo&f=false

ISBN 13: 978-84-283-32873

CASTAÑEDA, Paula. Salinización y sodificación del suelo [en línea]. 16 de marzo del 2016. [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2017]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/paula05039/salinizacin-y-sodificacin>

Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce. Salinidad del suelo [en línea]. Noviembre 2010. [fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETOS%20IMTA%202009/folleto%206%20salinidaddelsuelo.pdf>

CUELLAR, Edwin [et al.]. Evaluación de la relación de adsorción de sodio de las aguas de la red hidrográfica del Valle del Mezquital, Hidalgo [en línea]. Vol. 6, núm. 5, junio del 2015. [fecha de consulta: 21 de setiembre del 2017]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500006

ISSN: 2007-0934

CUERVO, Jeanny. Aislamiento y caracterización de *Bacillus spp* como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en dos muestras de biofertilizante comerciales. Tesis (Licenciado en Microbiología Agrícola). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2010. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis404.pdf>

ESCANDÓN, María. Crecimiento y contenido nutrimental en raíz de Chile (*Capsicum annum L.*) cultivado en un suelo salino – sódico tratado con yeso y biofertilizante. Tesis (Maestría en Ciencias Agropecuarias). México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2011. Disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3415/1/MCA1CRE01101.pdf>

ESCOBAR, Mariana. La bacteria que “revive” los suelos erosionados por la coca [en línea]. El tiempo. 7 de julio de 2015. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16061517>

FLORES, Eddy, FLORES, Juan y TÓRREZ, Jorge. *Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidrato (Ca (SO₄)_{1/2}H₂O) en la comunidad de Yotala* [en línea]. 27 de junio del 2014. [fecha de consulta: 13 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/Aplicaciones-de-la-Ingenieria-44-65.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 15 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 15 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

GASCA, Cesar; MENJIVAR, Juan y TORRENTE, Armando. Cambios en el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y la relación de absorción de sodio (RAS) de un suelo y su influencia en la actividad y biomasa microbiana [en línea]. Vol. 60, núm. 1, 26 de junio del 2011. [fecha de consulta: 21 de setiembre del 2017]. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/21155/22319
ISSN: 0120 – 2812

GOICOCHEA, Javier. Drenaje, salinidad y producción [en línea]. 10 de diciembre del 2016. [fecha de consulta: 2 de octubre del 2017]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/kattiyamado/drenaje-agricola-salinidadproduccion>

GONZÁLEZ, Francisco. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación [en línea]. México: Instituto Nacional de Ecología, 2012 [Fecha de consulta: 15 de setiembre del 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=2g8g-4DnQ9wC&pg=PA47&lpg=PA47&dq=origen+de+suelos+salinos+en+zonas+aridas&s>

[ource=bl&ots=0ejbuXBjEi&sig=xUnOd-lbpeiFZzU2xq9PJSd56s4&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwidxLK4q7DWAhVH4SYKHe_aCxwQ6AEIWjAI#v=onepage&q=origen%20de%20suelos%20salinos%20en%20zonas%20aridas&f=false](http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/los-beneficios-de-b-subtilis-en-tomates/)

GUERRERO, José y SALCIDO, María. Beneficios de Bacillus subtilis en tomates [en línea]. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/los-beneficios-de-b-subtilis-en-tomates/>

HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. Metodología de la Investigación [en línea]. 2010. [fecha de consulta: 24 de setiembre del 2017]. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

HERNÁNDEZ, Marisol. Tipos y niveles de investigación [en línea]. 2012. [fecha de consulta: 1 de octubre del 2017]. Disponible en: <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

HERNÁNDEZ, Araujo [et al.]. *Biorrecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. II. Lavado de sales* [en línea]. 2013. [fecha de consulta: 14 de setiembre del 2017]. Disponible en: http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2013/v30n4a2013481503.pdf

IBAÑEZ, Juan. Salinidad de los suelos, estrés hídrico y producción vegetal [en línea]. 27 de diciembre del 2007. [fecha de consulta: 21 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/12/27/81385>

IBAÑEZ, Juan. Recuperación de suelos salinos [en línea]. 9 de enero del 2008. [fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/09/82067>

IBAÑEZ, Juan. Sodicidad y suelos sódicos versus acidez y suelos ácidos [en línea]. 26 de abril del 2008. [fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/26/90137>

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. La salinidad de suelos, un problema que amenaza su fertilidad [en línea]. 2013. [fecha de consulta: 9 de setiembre

del 2017]. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/salinidad-de-suelos-problema-de-fertilidad#>

LAMZ, Alexis y GONZÁLEZ, María. *La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal una solución inmediata* [en línea]. Vol. 34, núm. 4, diciembre del 2013. [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v34n4/ctr05413.pdf>

ISSN: 1819 – 4087

LUTENBERG, Oscar. La salinidad y su influencia en suelos y plantas [en línea]. s.f. [fecha de consulta 22 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/media/496359/salinidad.pdf>

MANZANO, Juana [et al.]. *Rehabilitación de suelos salino-sódicos: estudio de caso en el distrito de Riego 086, Jiménez, Tamaulipas, México* [en línea]. Vol. 32, núm. 3, julio 2014. [fecha de consulta: 11 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57332063004.pdf>

ISSN: 2395-8030

MARCHESE, Adolfo. Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc. Tesis (Licenciado en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6442/MARCHESE_A DOLOFO BRUNO SUELOS AGRICOLAS SALINIZACION.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6442/MARCHESE_A_DOLOFO_BRUNO_SUELOS_AGRICOLAS_SALINIZACION.pdf?sequence=1)

MONTICO, Sergio. Principios para el manejo de situaciones con suelos salinos y alcalinos [en línea]. 9 de enero del 2007. [fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/principios-manejo-situaciones-con-t26795.htm>

Miliarium. Salinidad de los suelos [en línea]. s.f. [Fecha de consulta: 19 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Manuales/Salinidadsuelos.a sp>

Ministerio del Ambiente. Guía para muestreo de suelos [en línea]. 2014, [fecha de consulta: 12 de noviembre del 2017]. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El manejo de suelos afectados por salinidad [en línea]. S.f. [fecha de consulta: 8 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/es/>

PANTOJA, Omar y BARKLA, Bronwyn. Biorremediación de suelos salinos [en línea]. 24 de mayo del 2010. [fecha de consulta: 19 de setiembre del 2017]. Disponible en: http://acmor.org.mx/descargas/10_may_24_biorremediacion.pdf

PIEDRAHITA, Oscar. Capacidad de intercambio catiónico [en línea]. 2011, [fecha de consulta: 15 de abril del 2018]. Disponible en: http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/CAPACIDAD%20DE%20INTERCAMBIO%20CATIONICO.pdf

RAMIREZ, Jorge. Evaluación general de la salinidad y modelación de los riesgos de salinización en suelos del valle del Cauca. Tesis (Magister en Ciencias Agrarias). Valle del Cauca: Universidad Nacional de Colombia, 2011. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4700/1/7009007.2011.pdf>

RAMIREZ, Pamela. Condiciones de salinidad y recuperación de suelos de la cancha publica de golf-San Bartolo, Lima. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2482/P11-R3-T.pdf?sequence=1>

RODRÍGUEZ, Clemente [et al.]. Fundamentos conceptuales de las principales pruebas de significación estadística en el ámbito educativo [en línea]. S.f, [fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoInferencial.pdf>

SOLÉ, Albert y CANTÓN, Yolanda. Mejora de suelos salinos y control de la erosión en zonas áridas [en línea]. Setiembre del 2014. [fecha de consulta: 19 de setiembre del 2017].

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/237487827_MEJORA_DE_SUELOS_SALINOS_Y_CONTROL_DE_LA_EROSION_EN_ZONAS_ARIDAS

TOLL, J [et al.]. *Recuperación de suelos salinos mediante la implantación de Grama Rhodes (Choris gayana Kunth.) cv. Callide, en la Llanura Deprimida del límite Tucumán – Santiago del Estero* [en línea]. Vol. 36, núm. 1, julio del 2016. [fecha de consulta: 14 de setiembre del 2017]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v36n1/v36n1a09.pdf> ISSN:
2314 - 369X

United States Department of Agriculture (USDA). U.S. Salinity Laboratory [en línea]. 2016 [fecha de consulta: 15 de abril del 2018]. Disponible en:
<https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/riverside-ca/us-salinity-laboratory/docs/handbook-no-60/page-3/#Chapter%202>

VAN, Adriana. Agricultura orgánica, las sales en el suelo [en línea]. marzo del 2007. [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2017]. Disponible en:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_material_didactico_nro_04.pdf

VANEGAS, Carlos. Manejo de suelos salinos y sódicos [en línea]. 26 de febrero de 2011. [fecha de consulta: 17 de setiembre del 2017]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/MIA-CIEMA/manejo-de-suelo-salinos-y-sodicos>

VÁZQUEZ, Benjamín. Influencia sobre el suelo (salinidad) [en línea]. s. f. [Fecha de consulta: 16 de setiembre del 2017]. Disponible en:
<http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/la%20salinidad.pdf>

VELÁZQUEZ, María y ORDORICA, Miguel. Ácidos, bases, pH y soluciones reguladoras [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 20 de setiembre] Disponible en:
<http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad24.pdf>

WICKE, Birka [et al]. The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected soils [en línea]. 13 de abril del 2011. [fecha de consulta: 9 de setiembre del 2017]. Disponible en:
http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2013/9906/pdf/10.1039_c1ee01029h.pdf

ZUÑIGA, Orlando [et al]. *Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad [en línea]*. 27 de abril del 2011. [fecha de consulta: 11 de setiembre del 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a03v64n01.pdf>

ISSN: 5769-5779

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

“Eficacia del <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad de suelos del centro poblado de Quepepampa, Huaral-2018”						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
PG: ¿Cuál es la eficacia del <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral?	OG: Determinar la eficacia del <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.	HG: El <i>Bacillus subtilis</i> es eficiente para reducir la salinidad de suelos del centro poblado Quepepampa, Huaral.	VD: Suelos salinos	Propiedades químicas	Conductividad eléctrica (CE)	De razón
					Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	De razón
					Relación de adsorción de sodio (RAS)	De razón
					Presión osmótica (PO)	De razón
					Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	De razón
¿Cuál es la dosis óptima de <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral?	Determinar la dosis óptima de <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral.	La dosis óptima de <i>Bacillus subtilis</i> para reducir la salinidad del suelo del centro poblado Quepepampa, Huaral, es de 6 gr.	VD: Suelos salinos	Propiedades físicas	Textura	Nominal
					Estructura	Nominal
¿Varían significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, luego de la aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i> ?	Determinar que propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, varían significativamente luego de la aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i> .	Las propiedades fisicoquímicas del suelo salino del centro poblado Quepepampa, Huaral, varían significativamente luego de la aplicación del tratamiento con <i>Bacillus subtilis</i> .	VI: Eficacia del <i>Bacillus subtilis</i>	Dosis de <i>Bacillus subtilis</i>	Bajo (3 gr)	De razón (gr)
					Alto (6 gr)	De razón (gr)
				Eficacia del <i>Bacillus subtilis</i>	Concentración inicial	De razón (%)
Eficacia del <i>Bacillus subtilis</i>	Concentración final					

Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 2: Ficha de muestreo de suelo

Punto de toma de la muestra			
Datos generales			
Nombre del sitio en estudio	Centro poblado Quepepampa	Departamento	Lima
Uso principal	Agrícola	Provincia	Huaral
Datos del punto de muestreo			
Coordenadas UTM	X: 281470.887	Y: 8783292.591	
Técnica de muestreo	Aleatorio simple		
Instrumentos usados	01 lampa, 01 plumón indeleble, 01 bolsa ziplock, 01 par de guantes, 01 GPS, 01 Cinta métrica		
Datos de la muestra			
Código	PRE-T	Fecha	27/03/2018
Cantidad de muestra	1 Kg	Hora	11:30 am
Imágenes Fotográficas			
			

Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 3: Ficha de aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*

Tratamiento Fecha	Tratamiento 1 (T1)						Tratamiento 2 (T2)						Testigo (Te)
	T 1.1		T 1.2		T 1.3		T 2.1		T 2.2		T 2.3		
	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O	Cant. de Bacillus subtilis	VH2O
	L	gr	L	gr	L	gr	L	gr	L	gr	L	gr	L
12/04/2018	1	3	1	3	1	3	1	6	1	6	1	6	1
19/04/2018	1	3	1	3	1	3	1	6	1	6	1	6	1
26/04/2018	1	3	1	3	1	3	1	6	1	6	1	6	1
A N Á L I S I S F I N A L													

Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 4: Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio

Parámetros								
Suelo analizado		Conductividad eléctrica (CE) dS/m	Potencial de hidrogeno (Ph)	Sodio (Na) 1meq/100gr	Calcio (Ca) 1meq/100gr	Magnesio (Mg) 1meq/100gr	Textura	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)
Pre - tratamiento (PT)		11.26	8.05	0.40	7.56	1.76	Franco arenoso	10.10
A N Á L I S I S F I N A L								
Tratamiento 1 (T1)	T1.1	1.08	7.93	0.09	8.76	1.67	Franco arenoso	11.05
	T1.2	1.19	8	0.15	7.8	1.67	Franco arenoso	1.15
	T1.3	1.43	8.24	0.12	9.49	2.24	Franco arenoso	12.48
	Promedio T1	1.23	8.05	0.12	8.68	1.86	Franco arenoso	11.22
Tratamiento 2 (T2)	T2.1	1.42	8.07	0.13	8.40	1.43	Franco arenoso	10.44
	T2.2	1.42	7.85	0.10	8.05	1.58	Franco arenoso	10.19
	T2.3	1.23	8.1	0.10	8.33	1.57	Franco arenoso	10.46
	Promedio T2	1.35	8	0.11	8.26	1.53	Franco arenoso	10.36
Testigo (Te)		9.19	7.68	0.30	8.52	1.40	Franco arenoso	10.53

Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 6: Ficha de registro de la eficacia del tratamiento con *Bacillus subtilis*

Parámetro	Pre-tratamiento (PT)	Promedio del tratamiento 1 (P-T1)	Promedio del tratamiento 2 (P-T2)	Variación P-T1	Variación P-T2	% de variación P-T1	% de variación P-T2
A N Á L I S I S				F I N A L			
Conductividad eléctrica (CE) dS/m	11.26	1.23	1.35	0.8905	0.88	89.05%	88 %
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	3.96	1.08	1.06	0.7273	0.7323	72.73%	73.23 %
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.18	0.05	0.05	0.7037	0.7407	70.37%	74.07 %
Presión Osmótica (PO)	4.05	0.44	0.5	0.8905	0.8795	89.05%	88 %

Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 7: Reconocimiento del área de estudio

La muestra fue tomada en un punto del centro poblado Quepepampa, distrito de Chancay, provincia de Huaral, donde sus coordenadas UTM (WGS 84) son: X: 281470.887; Y: 8783292.591



La muestra de suelo recolectada (1kg), fue puesta en una bolsa ziploc y se rotulo de manera correcta para llevar al laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



Anexo 8: Preparación de materiales para tratamiento ex situ del suelo

Primero se fue de nuevo al lugar de muestreo inicial y se tomó 28 Kg de suelo, que fueron colocados en bolsas ziploc.



Luego cada maceta se le agregó un papel filtro para evitar pérdidas de suelo, así como 2 cm de grava.

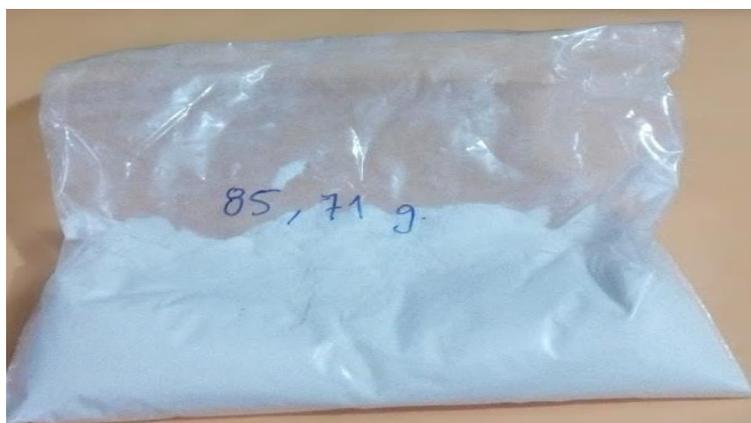
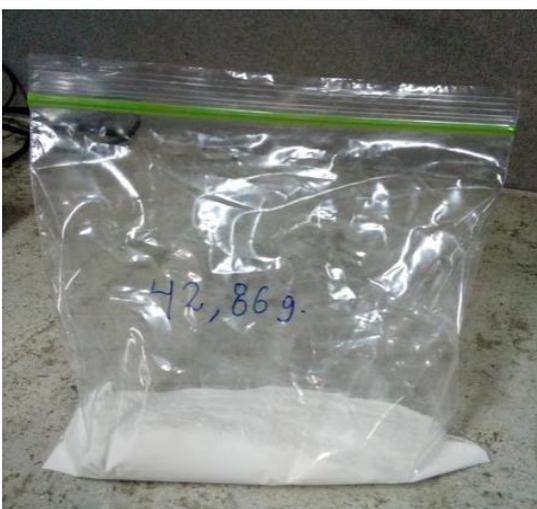


Luego se agregó 4 kilos de suelo en 7 macetas, y estas se rotularon, por cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.



Anexo 9: Dosificación del tratamiento con *Bacillus subtilis*

Pesaje del biofertilizante, para 3 gramos de *Bacillus subtilis* se pesó 42,86 gramos de biofertilizante, mientras para 6 gramos de *Bacillus subtilis* se pesó 85,71 gramos de biofertilizante.



Anexo 10: Preparación y aplicación del tratamiento con *Bacillus subtilis*

El biofertilizante se diluyó en un litro de agua, en un envase de vidrio de dicho volumen y se dejó reposar por un par de horas para luego realizar la aplicación.

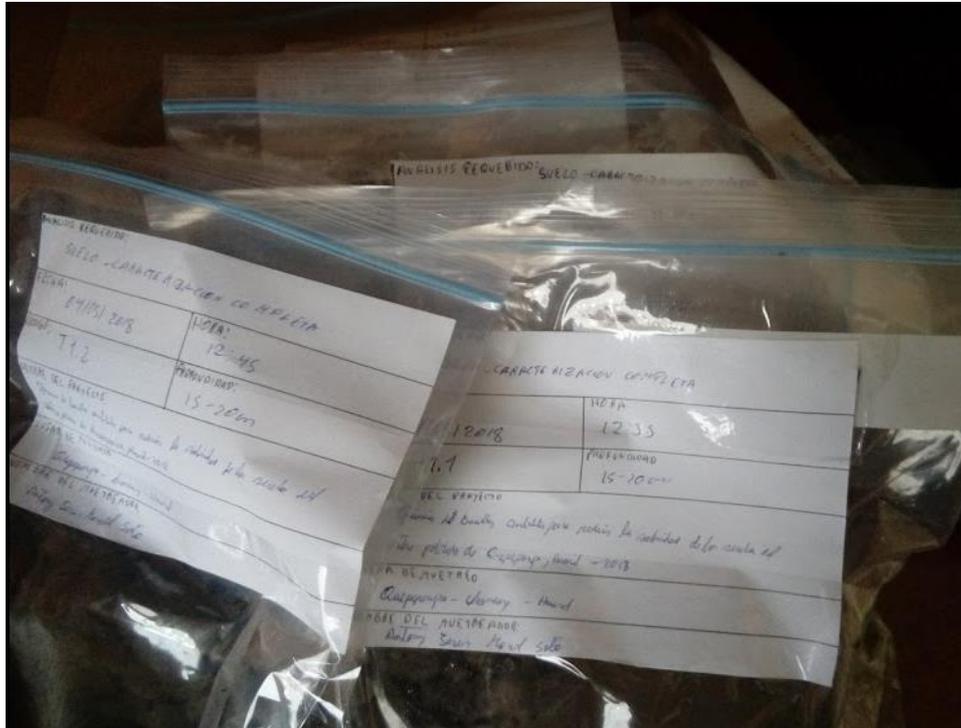


Luego se aplicó en las macetas el tratamiento del *Bacillus subtilis* de acuerdo a su dosificación.



Anexo 11: Toma de las muestras de cada maceta para su análisis en laboratorio

Se tomó un kilogramo de suelo en cada maceta y se rotulo de manera correcta, se llevó las muestras al laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



Anexo 12: Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Arcelina Bosa Francisco Alyandra
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (ANEXO N° 2)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91,5. %

Lima, 06. de noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 27074721 Telf.: 092203138
 CIP : 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon Cesar Soto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°2)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

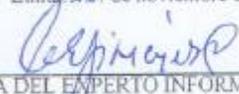
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92,5 %

Lima, 06 de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 16436847 Telf.:
CIP-42355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quintana Paetan Alexander
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°2)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93 %

Lima, 06, de noviembre del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07491144. Telf.: 970914334
CAP-596

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcantara Boza, Francisco Alejandro
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N° 3)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91,5 %

Lima, 06. de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 71074721 Telf.: 998203138
 CIP: 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon César Eduardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°3)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92,3 %

Lima, 06. de noviembre del 2017

César Jimenez
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 16436847 Telf:
 CIP- 42355

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quintana Paotan Alexander
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°3)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93 %

Lima, 06. de noviembre del 2017

Alexander Paotan Quintana
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 97491144. Telf.: 970914334
 C.A.P.-596

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcantara Bago Francisco Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°4)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91,5%

Lima, 06 de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 87074721 Tel. 99220318
 CIP: 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon Cesar Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (ANEXO N° 4)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92,5 %

Lima, 06. de noviembre del 2017

César Jiménez
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 6436847, Telf:
 CIP - 42 355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quintana Paetan Alexander
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N° 4)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

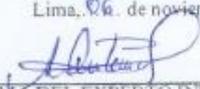
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93 %

Lima, 06. de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07491144 Telf.: 970914337
 CAP-596

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcantara Baza Francisco Alejandro
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo 4-5)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

9/5 %

Lima, 06. de noviembre del 2017



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 27074721. Telf.: 992203138.
C102194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon César Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N° 5)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92,5 %

Lima, 06 de noviembre del 2017

Antony Jesús Moscol Soto
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 16436847. Telf.:
 CIP - 42 355

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quintana Paetan Alexander
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°5)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93 %

Lima, 06. de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No 07491144 Telf. 930914334
 CAP-596

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcantara Boza Francisco Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°6)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91.5%

Lima, 06 de noviembre del 2017

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 27074421 Telf.: 99220338

CEP: 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderón César Ricardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (ANEXO N°6)
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92,5 %

Lima, 06. de noviembre del 2017



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 16732847 Telf:.....

C10-42355

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quintana Paetan Alexander
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas técnicas (Anexo N°6)
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Moscol Soto, Antony Jesús

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

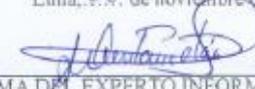
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
 NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93 %

Lima, 06. de noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 0749444 Telf. 970914334
 CAP-596

Anexo 13: Informe del ensayo de la muestra inicial



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



N° 013714

Análisis de Suelo - Salinidad y Sodicidad

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MOSCOL SOTO
PROYECTO : RECUPERACIÓN DE SUELO SALINO
PROCEDENCIA : Quepepampa - Chancay - Huaral
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 28 de marzo de 2018

Lab.	Número de muestra		CE dS/m Relación 1:1	Análisis Mecánico			pH Relación 1:1	MO %	P ppm	K ₂ O ppm	CaCO ₃ %	Cambiales			Al ³⁺ -H ⁺	
	Campo	Suelo		Arena %	Limo %	Arcilla %						Tectura	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		Na ⁺
13714	Campo	Suelo 15-20 cm.	11.26	75.92	15.14	9.04	8.05	0.22	14.08	286.00	0.88	10.10	7.56	1.76	0.40	0.38

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano
 JEFE DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 14: Informe del ensayo de la muestra de la unidad de control




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Ar-exo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MOSCOSO SOTO
 PROYECTO : EFICACIA DE BACILLUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO PORCINO QUESPAMPA, HUASAL
 PROCEDENCIA : Chancay - Huancayo
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Montemayor Forast
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de mayo de 2011

Número de muestra	Lab.	Código	DE		Análisis Inorgánico			pH	M.O.	P	K	Cationes Divalentes					
			45.1m	Platación 1:1	Ánodo	Ánodo	Textura					Relación 1:1	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cloruro (Cl) / Kg
13815	TE	Prof. 15-20cm	6.19	38.76	13.24	0.00	Arriba Banco	7.80	0.00	32.04	187.20	2.78	10.60	8.82	1.40	0.36	0.22

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bujarrán

JEFE DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 15: Informe del ensayo de la muestra T1.1



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fis@lamolina.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MOSCOSO SOTO
PROYECTO : EFICACIA DE BACILLUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALUDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO QUEPEPAMPA, HUARAL
PROCEDENCIA : CHIRIJOY : HABITE
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Montemayor Parias
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 04 de mayo de 2018.

Número de muestra	Lote	Campo	CE dB / m	Análisis Mecánico			pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Carbonos Cambiables				
				Arenas %	Limo %	Arcillas %						DOC mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Cmol(H)/kg	
13816		T1.1 Puz 25-30cm	1.06	76.78	13.04	8.20	7.95	1.74	80.00	202.00	2.88	11.06	8.76	1.81	0.08	0.03



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 Ing. Msc. Iressa Wotbauer Bejarano
 JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertilización de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 16: Informe del ensayo de la muestra T1.2




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe

Nº 013817

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MCSICOL SOTO
 PROYECTO : EFICACIA DE BACILLUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO QUEPEPAMPÁ, HUARAL
 PROCEDENCIA : Chancay - Huaral
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Peres
 FECHA DE ANÁLISIS : La alberta, 04 de mayo de 2018

Muestra de muestra	CE		Análisis Molecular				pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Carbonos Cambiables					
	dB/m	Relación B1	Ames	Limo	Arcilla	Turbas						CE	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
13817	1.18		88.70	11.44	7.86	Ames Turbas	6.00	1.84	75.42	284.00	5.10	18.55	7.80	1.87	0.15	0.54	-



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 Ing. Mar. Teresita Velásquez Belaizano
 JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 17: Informe del ensayo de la muestra T1.3



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MERICOL BOTO
 PROYECTO : EFICACIA DE BACILLUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO QUEPEPAMPA, HUARAL
 PROCEDENCIA : Choclay - Huaral
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Montenegro Perros
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de mayo de 2018

Número de muestra	Código	CE (dS/m)	Análisis húmedos			pH	M.O. (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO ₃ (%)	Cationes Cambiables (ppm)				
			Area	Línea	Jalisco							Testigos	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
T1.318	TL3 Prof 25-30cm	1.42	80.00	11.54	7.80	8.24	2.81	1819	400.00	327	12.48	8.40	2.24	0.12	0.03	



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 Ing. Msc. Inés Velásquez Bogarín
 JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 18: Informe del ensayo de la muestra T2.1




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS Y FERTIRRIEGO
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 013819

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MISCOCOL SOTO
PROYECTO : EFICACIA DE BACILLUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO PUEBLADO QUEPEPAMPA, HUARAL
PROCEDENCIA : Chancay - Huancayo
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Montenegro Payara
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de mayo de 2018

Número de muestra	CE dB / m Reducción 0.1	Adición Inoculante			pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables				
		Amo %	Arriba %	Turbid %						Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Meq/100g	
13819	1.42	80.78	10.84	8.40	6.07	1.01	89.00	280.00	2.78	13.94	8.40	1.42	0.12	0.48



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO
 Ing. Msc. Jhessa Velásquez Bazarano
 JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 19: Informe del ensayo de la muestra T2.2




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7900 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe
Nº 013620

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS NOBECOL SOTO
 PROYECTO : EFICACIA DE BACULUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO QUEPEPAMPA, HUVRAL
 PROCEDENCIA : Chiclayo - Huaral
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Montoya Pareda
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de mayo de 2018

Número de muestra		CE				Análisis Mecánico				pH		CaCO ₃		Cationes Cambiables					
Lab.	Campo	dB / m	Relación c1	Relación c2	Relación c3	Arena %	Limo %	arcilla %	Troncos %	Relación 1/1	Relación 1/2	ppm	ppm	SO ₄ mg	Ca ⁺⁺ mg	Mg ⁺⁺ mg	K ⁺ mg	Al ⁺⁺⁺ mg	
13620	T2.2 Prof. 35-20cm	1.42				85.38	11.84	7.80	Arena Fierro	1.85	1.34	200.00	230	10.19	0.02	1.58	0.10	0.48	-



LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTILIZACIÓN
 Facultad de Ing. Agrícola
 Ing. Msc. Teresa Velásquez Begarín
 JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).

Anexo 20: Informe del ensayo de la muestra T2.3




UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina sin Teléfono: 614 7800 Anexo 2.76 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 013821

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ANTONY JESUS MICROCOL SOTO
PROYECTO : EFICACIA DE BACILUS SUBTILIS PARA LA REDUCCIÓN DE SALINIDAD EN LOS SUELOS DE CENTRO POBLADO QUEPEPAMPA, HUARIAL
PROVENIENCIA : Chiriquí - Huairaz
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Moolenaar Pantoja
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de mayo de 2018

Muestra de muestra	Cm	Análisis mecánico				pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Carbonos Cambiables				
		Aréa	Linea	Aréa	Textura						CO ₂	Mg ⁺⁺	K ⁺	M ⁺⁺ H ⁺	
Lab.	Empiezo	Relación S:1	Aréa	Linea	Aréa	Textura	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	
13821	73.5 Prof. 15, 30 cm	1.23	80.70	11.24	8.80	Aréa Textura	1.54	28.82	268.00	3.37	10.46	8.33	1.57	0.18	0.44




Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EFICACIA DEL *Bacillus subtilis* PARA REDUCIR LA SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE QUEPEPAMPA, HUARAL - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Moscol Soto Antony Jesus

ASESOR:

Preparando la

Resumen de coincidencias X

16 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

16

16

16

Coincidencias		
1	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	6 % >
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	2 % >
3	gredos.usal.es <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
4	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 % >
5	malvassilvia.blogspot... <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
6	anla.gov.co <small>Fuente de Internet</small>	<1 % >

Yo, Cecilia Cermeño Castromonte, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada "Eficacia del *Bacillus subtilis* para reducir la salinidad de los suelos del centro poblado de Quepepampa, Huaral-2018", del estudiante MOSCOL SOTO, ANTONY JESUS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 23 de julio de 2018



Mg. Sc Ing. Cecilia Cermeño Castromonte

HABER	Dirección de investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
-------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN DE TESIS	Código : FO8-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo Moscoso Soto Antony Jesus Identificado con DNI N° 40048197
 Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la
 Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública
 de mi trabajo de investigación titulado

"Eficacia del Bag. Nos. Sustit. Para Reducir la Salinidad
 de los Suelos del Centro Poblado de Quepeparpa
 Huaral - 2018"

en el Repositorio institucional de la UCV
 (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre
 Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



FIRMA
 DNI: 40048197

FECH 16 DE Julio DEL 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Moscol Soto Antony Jesus

INFORME TÍTULADO:

EFICACIA DEL *Bacillus subtilis* PARA REDUCIR LA SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE QUEPEPAMPA, HUARAL - 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A)
AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 16/07/2018

NOTA O MENCIÓN: 16

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro