



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Eficiencia entre la carbonilla de *Eucaliptus* (eucalipto), *Citrus aurantifolia* (limón) y *Tamarindus indica L* (tamarindo), para recuperar suelos salinos, Santa Rosa.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Alvarez Casanova, Luis Alfredo (ORCID: 0000-0003-0619-0688)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conservación y manejo de la biodiversidad

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres por ser la fuente de inspiración y el motor para conseguir mis objetivos.

Luis Alfredo

Agradecimiento

A mis padres y hermanos por el apoyo moral y económico, por los consejos e impulsarme a seguir adelante.

A mis amigos y asesores por sus aportes para mejorar la investigación.

Luis Alfredo

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), LUIS ALFREDO ALVAREZ CASANOVA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "EFICIENCIA ENTRE LA CARBONILLA DE EUCALIPTUS (EUCALIPTO), CITRUS AURANTIFOLIA (LIMÓN) Y TAMARINDUS INDICA L (TAMARINDO), PARA RECUPERAR SUELOS SALINOS, SANTA ROSA.", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
LUIS ALFREDO ALVAREZ CASANOVA DNI: 74210555 ORCID (0000-0003-0619-0688)	Firmado digitalmente por: LAALVAREZA el 27 Jul 2020 09:49:51

Código documento Trilce: 34927



Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización de variables.....	9
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	9
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	9
3.5. Procedimientos	10
3.6. Método de análisis de datos.....	11
3.7. Aspectos éticos	11
IV. RESULTADOS	12
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS.....	29
ANEXOS	31
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	50
Reporte de turnitin.....	51
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	52
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	53

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Resultado base de parcela con carbonilla de eucalipto</i>	13
Tabla 2. <i>Resultado base de parcela con carbonilla de limón</i>	14
Tabla 3. <i>Resultado base de parcela con carbonilla de eucalipto</i>	14
Tabla 4. <i>Aplicación de 3 tipos de carbonilla vegetal</i>	15
Tabla 5. <i>Resumen de resultados de análisis</i>	17

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Ubicación del proyecto	10
<i>Figura 02.</i> Reuniones de la población	12
<i>Figura 03.</i> Reuniones de la población	12
<i>Figura 04.</i> Formaciones blanquecinas	13
<i>Figura 05.</i> Comparación de pH	18
<i>Figura 06.</i> Comparación de conductividad eléctrica	18
<i>Figura 07.</i> Comparación de materia orgánica	19
<i>Figura 08.</i> Comparación de nitrógeno	19
<i>Figura 09.</i> Comparación de fósforo	20
<i>Figura 10.</i> Comparación de potasio	20
<i>Figura 11.</i> Comparación de calcio	21
<i>Figura 12.</i> Comparación de magnesio	21
<i>Figura 13.</i> Comparación de humedad	22
<i>Figura 14.</i> Comparación de relación c/n.....	22

Resumen

La investigación se propuso el objetivo de determinar si la carbonilla de eucalipto, de limón y tamarindo sirve para mejorar suelos salinos y discernir cual es mejor. Esto llevando un control de pH, humedad y conductividad eléctrica. La presente investigación es de tipo aplicada con un diseño pre-experimental.

El trabajo se ejecutó en el distrito de Santa Rosa, el cual se basó en la delimitación de 18 semi-parcelas, de las cuales 6 fueron tomadas para el uso de carbonilla de eucalipto, 6 para carbonilla de limón y 6 para carbonilla de tamarindo. Estas semi-parcelas tuvieron una medida de 12 m² cada una. Asimismo, se aplicó de la siguiente manera: una testigo, 10 Kg de carbonilla, 20 Kg de carbonilla, 30 Kg de carbonilla, 40 Kg de carbonilla, 50 Kg de carbonilla. Estas proporciones fueron para los tipos de carbonilla.

Al final de la investigación, luego de 5 meses aproximadamente se obtuvieron los siguientes resultados con la mayor proporción de carbonilla (50vKg): carbonilla de eucalipto, pH (7.62), Cec (15.7 mihos/cm), materia orgánica (38.4v%), nitrógeno (1.66%), fósforo (1.56%), potasio (2.44 %), calcio (1.94 %), magnesio (0.75 %), humedad (40 %), relación C/N (20.52 %); carbonilla de limón, pH (8.9), Cec (26.5 mihos/cm), materia orgánica (37.5 %), nitrógeno (1.11 %), fósforo (1.36 %), potasio (1.88 %), calcio (2.11 %), magnesio (0.79 %), humedad (42 %), relación C/N (18.56 %); carbonilla de limón; carbonilla de tamarindo, pH (10.1), Cec (32.1 mihos/cm), materia orgánica (36.2%), nitrógeno (0.96%), fósforo (1.26 %), potasio (1.23 %), calcio (2.38 %), magnesio (0.82 %), humedad (44 %), relación C/N (19.39 %).

Palabras claves: carbonilla, eucalipto, limón, tamarindo, biorremediación.

Abstract

The research had the objective of determining if the eucalyptus, lemon and tamarind charcoal serve to improve saline soils and discern which is better. This carrying a control of pH, humidity and electrical conductivity. The present investigation is of the applied type with a pre-experimental design.

The work was carried out in the Santa Rosa district, which was based on the delimitation of 18 semi-plots, of which 6 were taken for the use of eucalyptus char, 6 for lemon char and 6 for tamarind char. These semi-plots had a measure of 12m² each. Likewise, it was applied as follows: a control, 10Kg of char, 20Kg of char, 30Kg of char, 40Kg of char, 50Kg of char. These proportions were for the types of char.

At the end of the investigation, after approximately 5 months the following results were obtained with the highest proportion of char (50Kg): eucalyptus char, pH (7.62), Cec (15.7 mihos / cm), organic matter (38.4%), nitrogen (1.66%), phosphorus (1.56%), potassium (2.44%), calcium (1.94%), magnesium (0.75%), humidity (40%), C / N ratio (20.52%); lemon char, pH (8.9), Cec (26.5 mihos / cm), organic matter (37.5%), nitrogen (1.11%), phosphorus (1.36%), potassium (1.88%), calcium (2.11%), magnesium (0.79%), humidity (42%), C / N ratio (18.56%); lemon char tamarind char, pH (10.1), Cec (32.1 mihos / cm), organic matter (36.2%), nitrogen (0.96%), phosphorus (1.26%), potassium (1.23%), calcium (2.38%), magnesium (0.82%), humidity (44%), C / N ratio (19.39%).

Keywords: char, eucalyptus, lemon, tamarind, bioremediatio

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, la salinización de los suelos en la costa peruana es un problema que ha ido aumentando año tras año. Esto se debe a características geomorfológicas y geológicas, que son causadas por un mal manejo de riego y la poca deficiencia de drenaje de los suelos, correspondiente a los valles. Uno de los grandes problemas de la salinidad es la baja productividad agrícola.

La salinidad es un problema debido principalmente a las excesivas concentraciones de sales en el suelo. Esto puede ser causado por el hombre o de manera natural (Zinck & Metternicht, 2008).

Actualmente, la principal causa de la salinización del suelo es por parte antrópica ya que este maneja y utiliza el suelo de mala manera como monocultivos, agregando agua con altos niveles de sodio, fertilizantes químicos, etc., haciendo que el suelo pierda su capacidad nutricional poco a poco; por ende, la planta al no tener los recursos suficientes, baja la productividad. Además, el problema se convierte en una cadena, afectando no sólo el suelo, sino el agua, y el ecosistema en general provocando grandes impactos negativos en el bienestar de la humanidad (Albrechts C. 2000).

Si bien se sabe que en el Perú existen escasas tierras agropecuarias, esto incrementa el problema de que se produzca una gran cifra de degradación por las uniones de factores naturales y los malos procesos empleadas por el hombre. En el año 1964, la UNESCO y la FAO publicaron los resultados de un estudio realizado en el cual se registró más de 130 millones de hectáreas con la gran problemática de salinización en todo Sudamérica. Otra es la realidad a nivel mundial, ya que ésta se incrementa de manera importante con un aproximado de 960 millones de hectáreas con este problema, lo cual abarca casi un tercio de la tierra para cultivar.

Por otra parte, en la región de Lambayeque, existen muchas hectáreas con el problema ya mencionado, lo cual los hace poco productivos. Los suelos salinos en la región de Lambayeque son pocos productivos. De esta manera se aplicará tres tipos de carbonilla vegetal a partir de residuos agrícolas de eucalipto, limón y tamarindo para recuperar y mejorar estos suelos.

La formulación del problema de mi trabajo de investigación fue ¿de qué manera la eficiencia entre la carbonilla de *Eucalyptus* (eucalipto), *Citrus aurantifolia*, (limón) y *Tamarindus indica* L, (tamarindo) permitirá recuperar suelos salinos, ¿Santa Rosa?

El presente trabajo de investigación se enfocó a estudiar la situación actual de la degradación de los suelos salinos y se observará en diferentes ámbitos de producción de carbón vegetal con la finalidad de formar un nuevo producto que ayude a implementar la recuperación de los suelos.

Siendo los procesos migratorios uno de los principales problemas tales como los incendios forestales y agrarios, la tala ilegal y manejo no proyectado de la extracción forestal menciona que el bajo nivel económico del país, hace que haya una reducción de las oportunidades de ganarse la vida en el sector agrícola, el cual desempeña una fuerte presión sobre las áreas de bosque y de la agricultura, haciendo un problema mayor de la degradación de los suelos agrícolas.

Una parte de la baja producción de los cultivos, es debido al mal manejo del suelo que los agricultores le dan y no tienen conocimientos de cómo deben usarlos adecuadamente, esto es porque ellos se basan en la agricultura sola para abastecer sus respectivas necesidades donde emplea el uso excesivo de fertilizantes, también por la mala aplicación del riego y la sobre explotación, ello hace que las tierras se vuelvan alcalinos y genera la pérdida de nutrientes.

Esto se ha vuelto preocupante ya que el uso que se da en la actualidad no es favorable, y las consecuencias se observará en un futuro cuando no veamos más suelos productivos, sino suelos degradados con alta concentración de sales debido al mal uso antrópico y por la misma naturaleza.

Por esta razón pretendo aportar resultados acerca del comportamiento de la carbonilla, aplicando tipos de carbonilla de eucalipto, limón y tamarindo sobre el suelo salino que se encuentra degradado, de esta manera pretendo comprobar cuál de los tres tipos de carbonilla vegetal es eficiencia en su aplicación para la recuperación de suelos salinos.

El objetivo general del desarrollo de investigación fue: determinar la eficiencia de la carbonilla de eucalipto, limón y tamarindo para recuperar los suelos salinos, Santa Rosa. Los objetivos específicos fueron:

- Conocer la información que manejan los agricultores sobre los suelos salinos, Santa Rosa.
- Analizar los suelos salinos para luego aplicar los tres tipos de carbonilla.
- Aplicar los tres tipos de carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo en respectivas semi-parcelas del suelo.
- Comparar la aplicación de los tres tipos de carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo y saber cuál es la más eficiente en la recuperación de suelos salinos.

La hipótesis del presente informe de investigación fue: Una de las carbonillas de eucalipto, limón y tamarindo permitirá recuperar los suelos salinos, Santa Rosa.

II. MARCO TEÓRICO

Al respecto se estudió las investigaciones realizadas por profesionales para realizar el informe de investigación adecuada, este sentido, los antecedentes que lo respaldan están dados por los siguientes autores.

Rojas F. (2005), en su tesis: "Recuperación de suelos afectados por sales en el departamento del Valle del Cauca mediante el uso de Vinaza concentrada" realizado en Bogotá", llega a la conclusión de que aplicando una buena cantidad de vinaza es suficiente para obtener buenos cambios en el suelo, provocando que el sodio se desplace y se vuelva soluble. Así mismo concluye que el uso de la Vinaza en la recuperación de suelos salino-sódicos da lugar a una Conductividad Eléctrica residual, cuyo valor está por encima del nivel crítico de salinidad para un suelo normal. Al tratar el suelo con vinaza y obtener buenos resultados, en el suelo ya se puede cultivar especies tolerantes a la salinidad, sin necesidad de efectuar lavados para eliminar las sales remanentes.

Zúñiga, E. (2011), en su investigación titulada "Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. Colombia", explica que los tratamientos basados en el uso de micro-organismos fueron los más efectivos en cuanto respuesta fisiológica y productividad. Se resalta la estimulación electromagnética, puesto que acelera la actividad microbiana, lo cual disminuye el tiempo de mejoramiento y enriquecimiento de los suelos.

Se espera que, con la aplicación continua y prolongada de los productos orgánicos, acompañados de estímulo electromagnético, se minimice la contaminación del suelo por sales y finalmente se establezca un equilibrio entre el biofertilizante, el suelo, las plantas y los patógenos.

Los biofertilizantes y los biopolímeros influyeron en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, con una disminución de la compactación y mejora en su estructura.

En el tratamiento antes mencionado se estima que los micro-organismos puedan minimizar la contaminación de los suelos contaminados por sales, para poder llevar un buen equilibrio en el suelo para que pueda ayudar con la tierra agrícola y así tener mejor rendimiento en los cultivos.

Flores L. (2014), en su investigación titulada "Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidrato ($\text{Ca}(\text{SO}_4)_{1/2}\text{H}_2\text{O}$) en la comunidad de Yotala", expone que en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. También decir que el agua de riego es un agua baja en sodio (S1) la cual puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio. Al obtenerse un pH de 7.5 podemos decir que nuestra muestra es de carácter ligeramente básico, aunque en base a los valores de referencia (6,0-9,0) se encuentra en el rango común de aguas para riego. Al haberse realizado la interpretación del agua, podemos decir que el agua de riego utilizada en Yotala es óptima para el riego y que no es causante de la acumulación de sales solubles en el suelo.

Por la aplicación de sulfato de calcio al suelo se manifestó una reducción de los elementos tóxicos para las plantas tales como el sodio y potasio; en cambio los otros elementos como el fósforo y calcio que son beneficiosos como nutrientes aumentan. A causa de la aplicación del tratamiento se obtuvo una reducción de la cantidad de sales solubles en el suelo. Además de la reducción del pH, de 8.4 (fuertemente alcalino) a 7.4 (débilmente alcalino).

Según el autor antes mencionado se puede rescatar que se disminuyó el pH mediante la aplicación de sulfato de calcio al suelo contaminado por salinización, también se ha reducido los elementos tóxicos los cuales dañan a los cultivos, se menciona que el fósforo y el calcio son nutrientes que aumenta la buena fertilidad del suelo.

Ramírez P. (2016), en su investigación llamada "Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de golf - San Bartolo, Lima", determinó que el suelo del campo de golf, según los valores encontrados de pH menor a 8.5, CE mayor a 4 dS/m y PSI menor al 15 por ciento, es calificado como suelo salino. En el caso de la sodicidad, el valor de RAS obtenido mayor a 13 indica que el suelo presenta un peligro mínimo de afectación a causa del sodio, a excepción de un sector que es calificado como fuertemente sódico.

Para la recuperación de los suelos de la Cancha Pública de Golf de San Bartolo, dadas sus condiciones actuales, se recomienda aplicar el lavado de suelos previo trabajo de subsolación para mejorar las condiciones de drenaje y permite un lavado más efectivo.

Según los perfiles de lavado, se concluye que luego de aplicar las láminas de lavado, los valores de conductividad eléctrica siguen altos y sin variación considerable. Las curvas de lavado sólo corroboran lo difícil que sería la recuperación del suelo aplicando solamente el método de lavado.

La investigación antes mencionada se relaciona con el presente estudio ya que, al estudiar el uso de drenaje en la recuperación de suelos salinos, en el que realizó, se utilizará en varias repeticiones para eliminar el grado de concentración de sales en la cancha pública del golfo. Por ello este método de recuperación de suelos por sales es una muy comúnmente factible, pero a la misma vez es muy costosa de elaborar.

La carbonilla es un combustible resultado de la combustión de la madera, sin presencia de oxígeno. Este producto se obtiene al tener la madera a muy altas temperaturas, este proceso se llama pirolisis. (Rodríguez P. 2010).

Según especialistas, la carbonilla tiene innumerables beneficios y propiedades como eléctricas y térmicas. Para la clasificación del carbón y saber que es de buena calidad, dependerá para que use se le dará. En este caso el uso que se le dará al carbón será un uso de índole para recuperar suelos salinos del distrito de Santa Rosa.

Sin embargo, un punto negativo de este producto es que puede convertirse en un negocio y el principal afectado será el medio ambiente. Esto puede ser aprovechado por empresas que pongan como excusa la elaboración de un producto elaborado de manera natural que afectará en menor proporción al ambiente

Por otro lado, no todo es negativo obviamente. Un punto positivo es que este producto ayudará a mejorar suelos que estén degradados, evitar la erosión y reducir la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. Para ello, se debe tomar en cuenta que a medida que se vayan cortando especies arbóreas, se deben plasmar planes de reforestación para que el proceso sea sostenible y tener una economía circular sostenible.

En los últimos 20 años el Perú ha puesto mucho emprendimiento para realizar números programas de reforestación de eucalipto. Esto es positivo en muchos aspectos tanto para el hombre como para el medio ambiente. (FAO, 1981).

En año 1975, la superficie plantada de eucalipto aproximadamente fue de 92 582 hectáreas. El objetivo para esto es que las plantaciones puedan usarse posteriormente en la industria, minería, construcción, etc.

Se considera que el eucalipto es una especie endémica de Australia, esto hace que los europeos hayan introducido esta especie en su territorio y haya evolucionado de buena manera para producción a gran escala.

El tamarindo es una especie de origen africano, el cual a lo largo del tiempo fue introducido a América por acción de los españoles. Esta especie se explota en regiones con climas cálidos y semiáridos. Este puede llegar a una altura de más de 18 metros; sin embargo, tiene un lento crecimiento. (Orosco, P. 2001).

Lo particular de este árbol es que la forma de sus frutos, ya que dentro están las semillas. El fruto tiene aspecto de bolsa marrón de gran tamaño. Por otro lado, se afirma que estos son cultivados por muchos beneficios como la sombra, la dimensión de su tronco y su peculiar altura. Además, por su corteza rugosa y lisas ramas extendidas. Sin dejar de lado su sistema radicular para adaptarse a diferentes ambientes y su fuerza en el suelo para resistir vientos de gran potencia.

El limón es obviamente un árbol frutal perteneciente a la familia Rutácea y es muy popular en todo el mundo debido al fruto que produce con el mismo nombre. Este llamado limón de igual manera que el árbol es comestible, de mucha acidez y rico en vitamina C. además, tiene muchas propiedades en su composición como el potasio, magnesio y fósforo; sin dejar de lado el alto contenido de carbohidratos, calorías, fibra y agua. (Puente, M. 2006).

Según el autor ya mencionado en su tesis nos dice que el árbol del limón tiene una particularidad en su característica como es la de la corteza del árbol del limón es de una tonalidad grisácea y muy lisa. La madera de este árbol es de una tonalidad amarillenta y es muy usada para trabajos de ebanistería. El cual se sabe que el árbol de limón es de talla baja de unos 6 metros de altura, de hojas perennes, dentadas y puntiagudas. No es exigente con la calidad del suelo por lo que produce tanto en tierras de arenas como en arcillas. Es muy sensible al frío, a las heladas y a las altas temperaturas.

Por otra parte, se sabe que la actividad productiva forestal genera una importante cantidad de residuos, provenientes principalmente, de ramas y fustes descartados por estar quebrados, que no tienen uso como materia prima, la práctica más común es quemar el desecho o dejar el material en terreno acumulado en hileras y así facilitar las labores de plantación. Estos residuos son producto de las podas, que se le hace a las plantas de los jardines y parques, los cuales son arrojados y quemados al aire libre. En este proyecto de investigación se utilizará dicha planta de limón para producir carbonilla donde luego será evaluada donde podremos encontrar cuáles son sus composiciones y así podremos aplicar al suelo para determinar qué tan eficiente es para recuperar suelos salinos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada con un diseño pre-experimental.

3.2. Variables y operacionalización de variables.

Variable independiente: carbonilla

Variable dependiente: recuperación de suelos salinos.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: la población de la presente investigación es el conjunto de suelos salinos del Distrito de Santa Rosa

Muestra: se utilizará una muestra de 216 m² que corresponde a la distribución de las 18 semi-parcelas de suelos salinos para la investigación.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La técnica acorde a la investigación es la observación, ya que, por medio de esta, se pudo identificar los diferentes cambios generados en el proceso y estos, a su vez, serán tomados en cuenta para sus posteriores interpretaciones.

Instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se utilizó los siguientes instrumentos de campo:

- Termómetro, para medir la temperatura.
- Higrómetro, para medir porcentaje de humedad y pH.
- Balanza digital, para pesar los materiales.
- Validez

La validez del instrumento fue mediante un análisis de calidad, por el cual el INIA entregó un documento acreditando lo dicho.

3.5. Procedimientos

El presente proyecto fue realizado en el área de la comunidad de Santa Rosa ubicado en distrito de Santa Rosa.



Figura 01. Ubicación del proyecto

Fuente: Google Maps.

Para la investigación se realizó varias reuniones con los pobladores de las comunidades aledañas para saber el nivel de conocimiento de la población acerca de las sales en el suelo, que realizo reuniones con las comunidades cercanas para conversar sobre el tema. Sin dudas, la población sabe a cierto modo la influencia de la salinidad, pues está reflejado en la baja producción de sus cultivos año a año. Además, ellos lo pueden notar por las formaciones blanquecinas que se forman en el suelo.

Es por ello, que, con el apoyo de la población, se pudo monitorear las semi-parcelas en el área de estudio. La recolección de datos in situ se realizó con el termómetro, el higrómetro y la balanza digital para los pesos respectivos. Para los análisis iniciales, intermedios y finales correspondientemente se obtuvo una muestra de 1Kg por cada parcela, la cual fue llevada al INIA para su evaluación.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados mediante Excel y SPSS para evaluar la evolución y mejoramiento del suelo en su respectivo tratamiento.

3.7. Aspectos éticos

El investigador es consciente y está comprometido a respetar la veracidad de los resultados obtenidos en la presente investigación, así como respetar la política y ética de la empresa que ha permitido la ejecución de dicho trabajo. Además, se tomará en cuenta la confiabilidad de los datos recopilados antes y durante la búsqueda de información; y agradecer a las personas participantes que harán realidad esta investigación.

IV. RESULTADOS

Para saber el nivel de conocimiento de la población acerca de las sales en el suelo, se realizó reuniones con las comunidades cercanas para conversar sobre el tema. Sin dudas, la población sabe a cierto modo la influencia de la salinidad, pues está reflejado en la baja producción de sus cultivos año a año. Además, ellos lo pueden notar por as formaciones blanquecinas que se forman en el suelo.

Sin embargo, no tienen información ni conocimiento acerca de cómo se puede lidiar con este tipo de problemas. Por lo que optan por dejarlo así y seguir trabajando en ese suelo que a corto plazo no genera mucha producción.



Figura 02. Reuniones de la población

Fuente: Elaboración propia



Figura 03. Reuniones de la población

Fuente: Elaboración propia



Figura 04. Formaciones blanquecinas

Fuente: Elaboración propia

Análisis físicos y químicos el suelo salino antes de aplicar los tres tipos de carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo:

A continuación, se presentan los análisis previos a las pruebas con los tres tipos de carbón:

a) Carbonilla vegetal de Eucalipto:

Tabla 1. Resultado base de parcela con carbonilla de eucalipto

Parámetro		Resultado
pH	(%)	11.4
CEC (Mihos/cm)	(%)	35.4
Materia orgánica	(%)	30.5
Nitrógeno	(%)	0.91
Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)	1.23
Potasio (K ₂ O)	(%)	0.85
Calcio (CaO)	(%)	2.25
Magnesio (MgO)	(%)	0.82
Humedad	(%)	43
Relación C/N	(%)	18.56

Fuente: INIA

b) Carbonilla vegetal de Limón

Tabla 2. Resultado base de parcela con carbonilla de limón

Parámetro		Resultado
Ph	(%)	10.8
Cec (Mihos/cm)	(%)	34.2
Materia orgánica	(%)	30.2
Nitrógeno	(%)	0.93
Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)	1.25
Potasio (K ₂ O)	(%)	0.81
Calcio (CaO)	(%)	2.31
Magnesio (MgO)	(%)	0.86
Humedad	(%)	45
Relación C/N	(%)	17.86

Estos son los resultados obtenidos como línea base según el análisis realizado en el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria)

c) Carbonilla vegetal de Tamarindo

Tabla 3. Resultado base de parcela con carbonilla de eucalipto

Parámetro		Resultado
pH	(%)	11.4
CEC (Mihos/cm)	(%)	35.4
Materia orgánica	(%)	30.5
Nitrógeno	(%)	0.91
Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)	1.23
Potasio (K ₂ O)	(%)	0.85
Calcio (CaO)	(%)	2.25
Magnesio (MgO)	(%)	0.82
Humedad	(%)	43
Relación C/N	(%)	18.56

Fuente: INIA.

Estos son los resultados obtenidos como línea base según el análisis realizado en el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria).

Producción de carbonilla vegetal a base de residuos agrícolas de eucalipto, limón y tamarindo.

En el lapso de la investigación se produjo carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo:

- Carbonilla de eucalipto: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación.
- Carbonilla de limón: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación.
- Carbonilla de tamarindo: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación.

Se aplicaron tres tipos de carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo en respectivas semi-parcelas del suelo. En la investigación se separaron las semi-parcelas según el material vegetal a utilizar. Se separó de la siguiente manera:

Tabla 4. *Aplicación de 3 tipos de carbonilla vegetal*

Eucalipto	Limón	Tamarindo
E - Testigo	L - Testigo	T - Testigo
E -10 Kg	L – 10 Kg	T -10 Kg
E – 20 Kg	L – 20 Kg	T – 20 Kg
E – 30 Kg	L – 30 Kg	T – 30 Kg
E – 40 Kg	L – 40 Kg	T – 40 Kg
E- 50 Kg	L – 50 Kg	T – 50 Kg

Fuente: Elaboración propia

Eucalipto: se tomaron 6 semi-parcelas de 12 m² cada una. Así mismo, se aplicó la carbonilla vegetal de eucalipto con las siguientes proporciones:

- E – testigo : 0 Kg
- E – semi-parcela 1 : 10 Kg
- E – semi-parcela 2 : 20 Kg
- E – semi-parcela 3 : 30 Kg
- E – semi-parcela 4 : 40 Kg
- E – semi-parcela 5 : 50 Kg

Limón: se tomaron 6 semi-parcelas de 12 m² cada una. Así mismo, se aplicó la carbonilla vegetal de limón con las siguientes proporciones:

- E – testigo : 0 Kg
- E – semi-parcela 1 : 10 Kg
- E – semi-parcela 2 : 20 Kg
- E – semi-parcela 3 : 30 Kg
- E – semi-parcela 4 : 40 Kg
- E – semi-parcela 5 : 50 Kg

Tamarindo: se tomaron 6 semi-parcelas de 12 m² cada una. Así mismo, se aplicó la carbonilla vegetal de tamarindo con las siguientes proporciones:

- E – testigo : 0 Kg
- E – semi-parcela 1 : 10 Kg
- E – semi-parcela 2 : 20 Kg
- E – semi-parcela 3 : 30 Kg
- E – semi-parcela 4 : 40 Kg
- E – semi-parcela 5 : 50 Kg

Evaluación de los tres tipos de carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo es más eficiente en la recuperación de suelos salinos.

Las muestras al finalizar el proceso se enviaron al INIA para sus respectivos análisis.

A continuación, se presenta un cuadro completo de todos los análisis realizados por cada material utilizado:

Tabla 5. Resumen de resultados de análisis

Parámetro	Carbonilla de eucalipto						Carbonilla de limón						Carbonilla de tamarindo					
	E-testigo	E-10	E-20	E-30	E-40	E-50	L-testigo	L-10	L-20	L-30	L-40	L-50	T-testigo	T-10	T-20	T-30	T-40	T-50
pH	11.4	10.5	10.2	9.5	8.7	7.56	10.8	10.6	10.3	9.8	9.5	8.9	11.2	11	10.9	10.5	10.3	10.1
Cec (Mihos/cm)	35.4	32.2	27.6	23.2	18.6	15.7	34.2	33.1	30.5	28.6	27.1	26.5	35.9	35.1	34.6	33.7	33	32.1
Materia orgánica (%)	30.5	31.9	33.2	35.5	37.1	38.4	30.2	32.2	33.6	35.7	36.5	37.5	29.4	30.9	33.5	34.8	35.4	36.2
Nitrógeno (%)	0.91	0.95	1.21	1.35	1.52	1.66	0.93	0.95	0.99	1.05	1.08	1.11	0.91	0.91	0.93	0.95	0.96	0.96
Fósforo (P₂O₅) (%)	1.23	1.28	1.34	1.41	1.49	1.56	1.25	1.28	1.31	1.32	1.34	1.36	1.21	1.21	1.23	1.24	1.25	1.26
Potasio (K₂O) (%)	0.85	0.95	1.45	1.92	2.21	2.44	0.81	0.95	1.26	1.35	1.56	1.88	0.86	0.96	0.99	1.12	1.19	1.23
Calcio (CaO) (%)	2.25	2.22	2.19	2.12	1.99	1.94	2.31	2.28	2.24	2.21	2.15	2.11	2.41	2.41	2.4	2.4	2.39	2.38
Magnesio (MgO) (%)	0.82	0.81	0.79	0.76	0.76	0.75	0.86	0.84	0.81	0.81	0.79	0.79	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82
Humedad (%)	43	42.2	41.6	41.5	41.2	40	45	44.5	44.1	43.2	42.9	42	46	45.8	44.5	44.3	44.1	44
Relación C/N (%)	18.56	18.96	19.25	20.12	20.12	20.52	17.86	17.92	18.11	18.34	18.46	18.56	19.23	19.28	19.31	19.34	19.36	19.39

Fuente: INIA (Instituto Nacional De Innovación Agraria)

Comparación de resultados según carbonilla usada

a) pH

Se observa que la carbonilla de eucalipto influyo más en este factor reduciéndolo de 11.4 (muy alcalino) a 7.62 (niveles excelentes). A diferencia de la carbonilla de limón y tamarindo con resultados de 8.9 y 10.1 respectivamente, manteniéndose en niveles alcalinos considerables

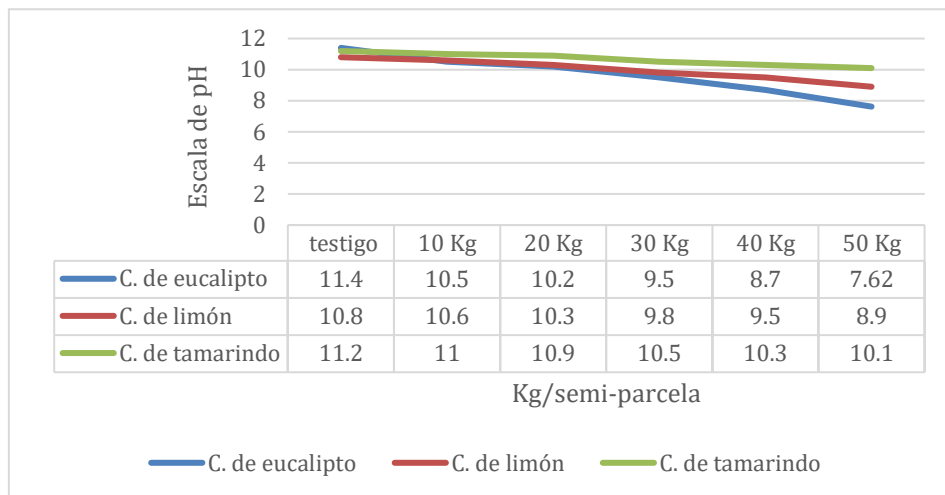


Figura 05. Comparación de pH

b) Conductividad eléctrica

La C.E. es un indicador de la cantidad de sales en el suelo. Se puede observar la reducción notable utilizando la cascarilla de eucalipto, tanto así que se redujo en a 15.7 mhos/cm, niveles aceptables para un suelo.

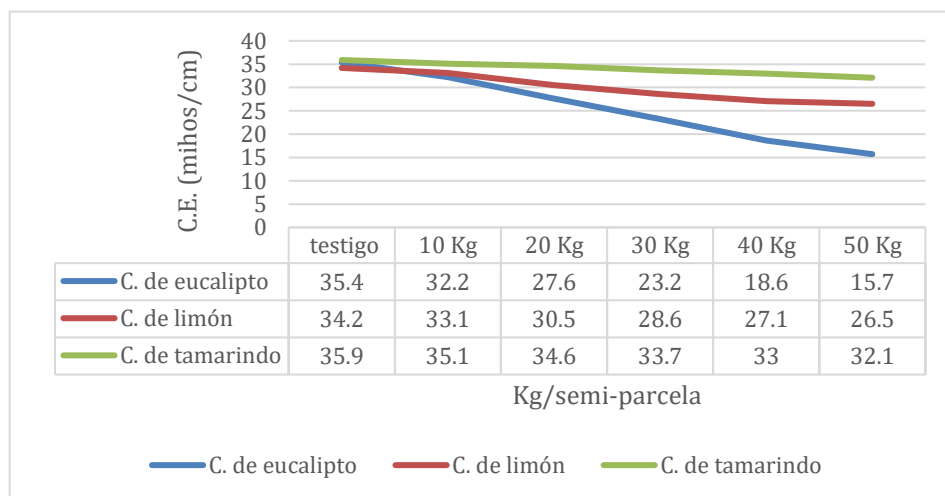


Figura 06. Comparación de conductividad eléctrica

c) Materia orgánica

Los niveles de M.O. del suelo han sido regulares al realizar la línea base. Al aplicar los tres tipos de cascarilla los niveles aumentaron en bajas proporciones, manteniendo un suelo regular con M.O.

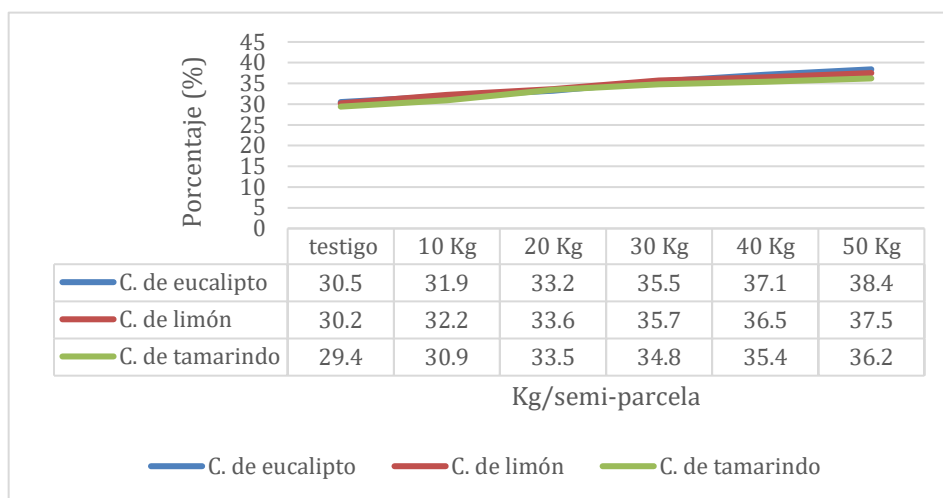


Figura 07. Comparación de materia orgánica

d) Nitrógeno

Se observó una gran diferencia en el uso de la carbonilla de eucalipto a las otras, pues el eucalipto se elevó a los 1.66 % (nivel bueno), a diferencia de las otras que se mantuvieron en entre 0.96 % a 1.11 %.

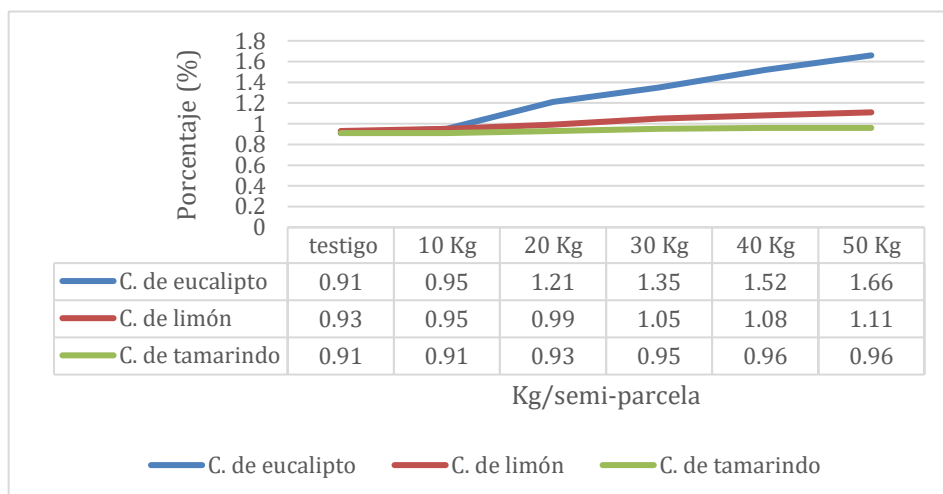


Figura 08. Comparación de nitrógeno

e) Fósforo

En el caso del fósforo, los niveles aumentaron gradualmente en los tres casos, obteniéndose unos buenos índices de este nutriente.

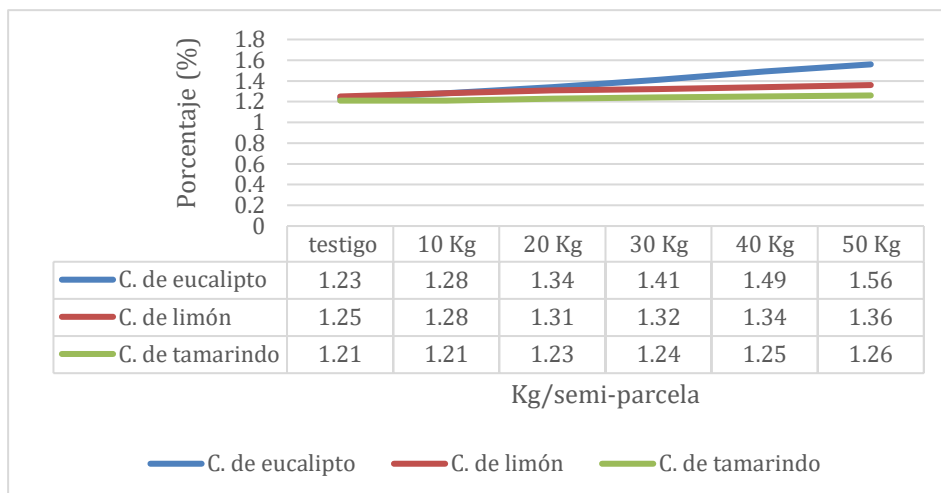


Figura 09. Comparación de fósforo

f) Potasio

La carbonilla posee una alta concentración de potasio, por lo que los niveles en los tres casos aumentaron en consideración, excepto la carbonilla de eucalipto que logro un porcentaje realmente bueno de 2.44%.

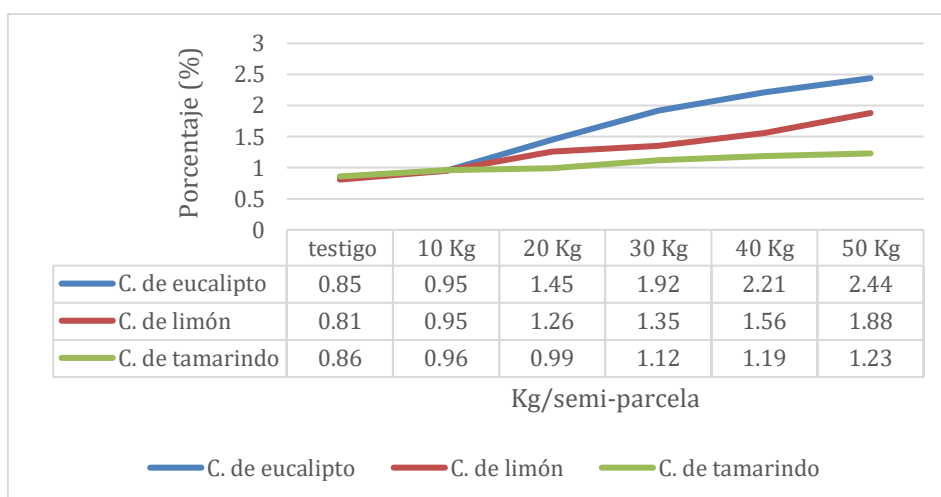


Figura 10. Comparación de potasio

g) Calcio

El calcio relacionado indirectamente con sales en el suelo, se reduce en pequeños porcentajes en los tres casos. Básicamente no hay una diferencia notable.

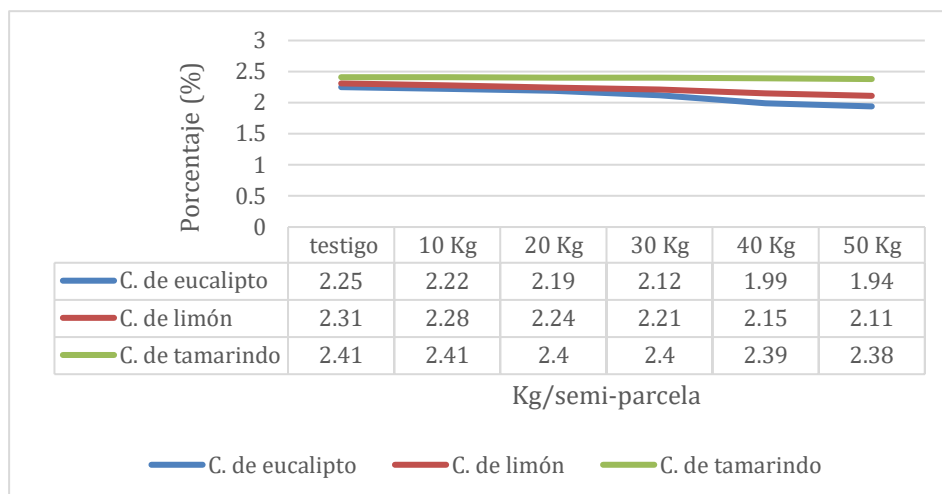


Figura 11. Comparación de calcio

h) Magnesio

Al igual que el calcio, los niveles de este parámetro redujeron en ligeros porcentajes, haciendo que este no sea un factor determinante.

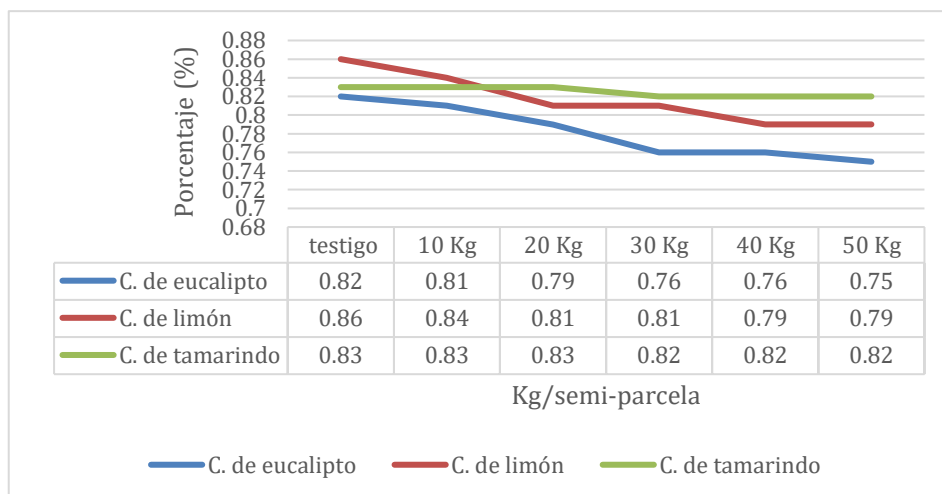


Figura 12. Comparación de magnesio

i) Humedad

La humedad puede ser relativa dependiendo a la cantidad de agua que se le agregue a las semi-parcelas. En este caso la humedad se mantuvo en los tres casos.

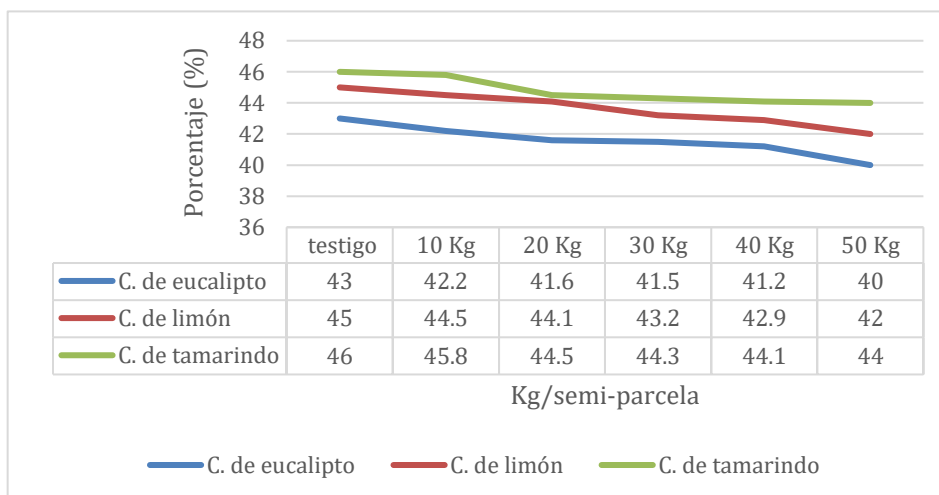


Figura 13. Comparación de humedad

j) Relación carbono/nitrógeno

En el gráfico se presenta los resultados obtenidos respecto al porcentaje de relación C/N. en los tres casos la relación C/N subió ligeramente debido a la materia agregada al suelo. Esto indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

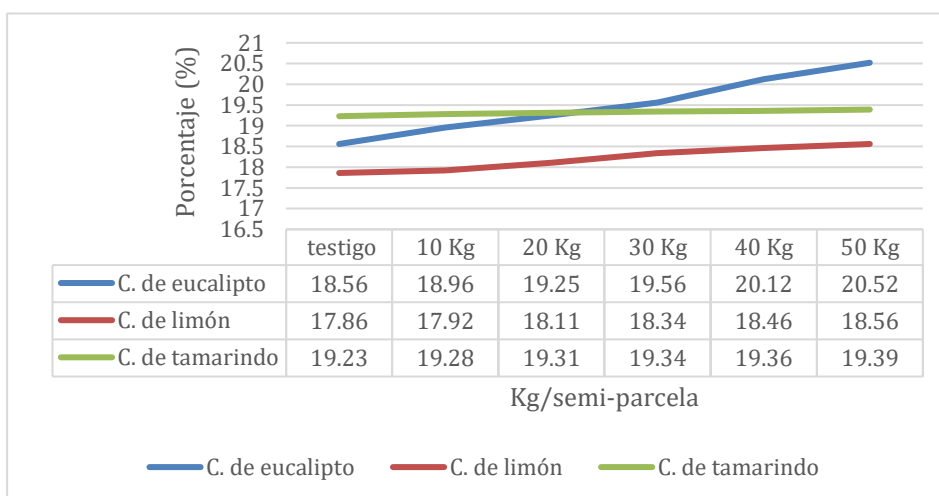


Figura 14. Comparación de relación c/n

V. DISCUSIÓN

En contraste con la investigación de Rojas F. (2005), en su tesis: “Recuperación de suelos afectados por sales en el departamento del Valle del Cauca mediante el uso de Vinaza concentrada”, llega a la conclusión de que la aplicación de 200 m³/ha de Vinaza es suficiente para causar cambios favorables en el suelo, originando el desplazamiento y lixiviación del sodio intercambiable y soluble.

En esta investigación se usó 50 Kg de tres tipos de carbonilla (eucalipto, limón y tamarindo). Los tres tuvieron efecto positivo contra la salinidad, siendo la carbonilla de eucalipto la de mejores resultados. Rojas afirma la gran efectividad de la Vinaza debido a la proporción utilizada por hectárea. Además, indica que mientras más Vinaza se utilice, mejores serán los resultados al final del tratamiento. Efectivamente, lo mismo pasó en esta investigación, al utilizar cada vez más carbonilla natural los resultados eran cada vez mejor.

Zúñiga, E. (2011), en su investigación titulada “Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. Colombia”, explica que los tratamientos basados en el uso de micro-organismos fueron los más efectivos en cuanto respuesta fisiológica y productividad.

Se resalta la estimulación electromagnética, puesto que acelera la actividad microbiana, lo cual disminuye el tiempo de mejoramiento y enriquecimiento de los suelos. A diferencia de esta investigación que no se usó microorganismos, sino carbonilla vegetal, se obtuvieron buenos resultados en cinco meses. Además, ayudó en las propiedades físicas del suelo al igual que la investigación de Zúñiga. Por otro lado, Zúñiga, llega a la conclusión que no todos los microorganismos son beneficiosos para el fin que se quiere, pero en efecto, la carga microbiana ayuda a la recuperación de suelo salidos y puede ser una alternativa económica para este tratamiento.

Flores L. (2014), en su investigación titulada “Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidrato (Ca (SO₄)1/2H₂O) en la comunidad de Yotala”, expone que en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas

especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Igualmente, en esta investigación se puede plantar especies tolerantes a la salinidad, sin embargo, influye en la producción.

También decir que el agua de riego es un agua baja en sodio la cual puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable para riego. Al haberse realizado la interpretación del agua, podemos decir que el agua de riego utilizada en Yotala es óptima para el riego y que no es causante de la acumulación de sales solubles en el suelo. Este punto es muy relevante, ya que, si se quiere recuperar suelos salinos, de nada sirve utilizar agua alta en sales, lo que simplemente contrarrestará el proceso.

Ramírez P. (2016), en su investigación llamada “Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de golf - san Bartolo, Lima”, determinó que el suelo del campo de golf, según los valores encontrados de pH menor a 8.5, CE mayor a 4 dS/m y PSI menor al 15 por ciento, es calificado como suelo salino. En el caso de la sodicidad, el valor de RAS obtenido mayor a 13 indica que el suelo presenta un peligro mínimo de afectación a causa del sodio, a excepción de un sector que es calificado como fuertemente sódico.

Para la recuperación de los suelos de la Cancha Pública de Golf de San Bartolo, dadas sus condiciones actuales, se recomienda aplicar el lavado de suelos previo trabajo de subsolación para mejorar las condiciones de drenaje y permite un lavado más efectivo.

Mientras que en la presente investigación se realizó varias reuniones con los pobladores de las comunidades aledañas para saber el nivel de conocimiento de la población acerca de las sales en el suelo, que realizo reuniones con las comunidades cercanas para conversar sobre el tema. Sin dudas, la población sabe a cierto modo la influencia de la salinidad, pues está reflejado en la baja producción de sus cultivos año a año. Además, ellos lo pueden notar por las formaciones blanquecinas que se forman en el suelo.

Por la cual se realizó la aplicación de (50 Kg) respectivamente de carbonilla de eucalipto se obtuvo pH (7.62), Cec (15.7 mihos/cm), materia orgánica (38.4%), nitrógeno (1.66%), fósforo (1.56%), potasio (2.44%), calcio (1.94%), magnesio (0.75%), humedad (40%), relación C/N (20.52%); con carbonilla de limón, pH (8.9), Cec (26.5 mihos/cm), materia orgánica (37.5%), nitrógeno (1.11%), fósforo (1.36%), potasio (1.88%), calcio (2.11%), magnesio (0.79%), humedad (42%), relación C/N (18.56%); carbonilla de limón; con carbonilla de tamarindo, pH (10.1), Cec (32.1 mihos/cm), materia orgánica (36.2%), nitrógeno (0.96%), fósforo (1.26%), potasio (1.23%), calcio (2.38%), magnesio (0.82%), humedad (44%), relación C/N (19.39%).

En el lapso de la investigación se produjo carbonilla vegetal de eucalipto, limón y tamarindo: Carbonilla de eucalipto: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación. Carbonilla de limón: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación. Carbonilla de tamarindo: se obtuvo 150 kg de este material para la ejecución de la investigación.

Los anteriores estudios realizados para mejorar los suelos se tomó diversos elementos, tratamientos y prácticas; también en la presente investigación se realizó como principal elemento tenemos a la carbonilla que es un combustible resultado de la combustión de la madera, sin presencia de oxígeno. Este producto se obtiene al tener la madera a muy altas temperaturas, este proceso se llama pirolisis. (Rodríguez P. 2010).

Según especialistas, la carbonilla tiene innumerables beneficios y propiedades como eléctricas y térmicas. Para la clasificación del carbón y saber que es de buena calidad, dependerá para que use se le dará. En este caso el uso que se le dará al carbón será un uso de índole para recuperar suelos salinos del distrito de Santa Rosa. Un punto positivo es que este producto ayudará a mejorar suelos que estén degradados, evitar la erosión y reducción la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera.

Para ello, se debe tomar en cuenta que a medida que se vayan cortando especies arbóreas, se deben plasmar planes de reforestación para que el proceso sea sostenible y tener una economía circular sostenible. Si nos referimos al eucalipto, ya que forma parte de nuestro estudio podemos decir que en los últimos 20 años el Perú ha puesto mucho emprendimiento para realizar numerosos programas de reforestación de eucalipto.

Esto es positivo en muchos aspectos tanto para el hombre como para el medio ambiente. (FAO, 1981). Cabe mencionar que el tamarindo es una especie de origen africano, el cual a lo largo del tiempo fue introducido a América por acción de los españoles. Esta especie se explota en regiones con climas cálidos y semiáridos. Este puede llegar a una altura de más de 18 metros; sin embargo, tiene un lento crecimiento. (Orosco, P. 2001). Ahora si hablamos del limón, pues éste es obviamente un árbol frutal perteneciente a la familia Rutácea y es muy popular en todo el mundo debido al fruto que produce con el mismo nombre.

Este llamado limón de igual manera que el árbol es comestible, de mucha acidez y rico en vitamina C. además, tiene muchas propiedades en su composición como el potasio, magnesio y fósforo; sin dejar de lado el alto contenido de carbohidratos, calorías, fibra y agua. (Puente, M. 2006).

Utilizando estos tres tipos de carbonilla y con el apoyo de la población, se pudo monitorear las semi-parcelas en el área de estudio. La recolección de datos in situ se realizó con el termómetro, el higrómetro y la balanza digital para los pesos respectivos. Para los análisis iniciales, intermedios y finales correspondientemente se obtuvo una muestra de 1 Kg por cada parcela, la cual fue llevada al INIA para su evaluación.

Gracias a la evaluación y análisis antes mencionados se busca aportar acerca del comportamiento de la carbonilla ya que se aplicó los tres tipos de carbonilla de eucalipto, limón y tamarindo sobre el suelo salino que se encuentra degradado, de esta manera se comprobó que la carbonilla vegetal en este caso la de eucalipto es más eficiente para la recuperación de suelos salinos ya que sus resultados fueron los más favorables.

VI. CONCLUSIONES

1. Sin dudas, la población sabe a cierto modo la influencia de la salinidad, pues está reflejado en la baja producción de sus cultivos año a año. Además, ellos lo pueden notar por las formaciones blanquecinas que se forman en el suelo. Sin embargo, no tienen información ni conocimiento acerca de cómo se puede lidiar con este tipo de problemas. Por lo que optan por dejarlo así y seguir trabajando en ese suelo que a corto plazo no genera mucha producción.
2. En el análisis inicial previo al experimento, se determinó que el suelo donde se ejecutó el proyecto tenía altos índices en conductividad eléctrica y pH, a diferencia de los otros parámetros que se mantuvieron en buenos índices.
3. Con la aplicación (50 Kg) respectivamente de carbonilla de eucalipto se obtuvo pH (7.62), Cec (15.7 mhos/cm), materia orgánica (38.4%), nitrógeno (1.66%), fósforo (1.56%), potasio (2.44%), calcio (1.94%), magnesio (0.75%), humedad (40%), relación C/N (20.52%); con carbonilla de limón, pH (8.9), Cec (26.5 mhos/cm), materia orgánica (37.5%), nitrógeno (1.11%), fósforo (1.36%), potasio (1.88%), calcio (2.11%), magnesio (0.79%), humedad (42%), relación C/N (18.56%); carbonilla de limón; con carbonilla de tamarindo, pH (10.1), Cec (32.1 mhos/cm), materia orgánica (36.2%), nitrógeno (0.96%), fósforo (1.26%), potasio (1.23%), calcio (2.38%), magnesio (0.82%), humedad (44%), relación C/N (19.39%).
4. Al utilizar la carbonilla de eucalipto se pudo observar que influyó más que las otras, ya que mejoró significativamente los suelos salinos y debido a este trabajo se logró aumentar la productividad de los cultivos, mejorando así la fertilidad de los suelos, por tal razón se concluye que la carbonilla de eucalipto es la más eficiente para mejorar los suelos salinos, Santa Rosa.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Una buena capacitación antes de comenzar ayudará al manejo y correcto proceso de tratamiento. Además, capacitación a la población para que ellos mismos puedan realizar el proceso.
- 2.** Delimitar las zonas para el tratamiento de los suelos, así tener buena comunicación con el dueño del terreno y con los colindantes.
- 3.** Realizar una mezcla adecuada de los tres tipos de carbonilla para tener resultados adecuados. Además, llevar un monitoreo de humedad, conductividad y pH.
- 4.** Realizar reuniones quincenales o mensuales con la población para conocer los avances de los trabajos como aporte de cada uno de ellos.
- 5.** Capacitarse antes de la elaboración de los tres tipos de carbonilla y tener los EPP's adecuados.
- 6.** Realizar un seguimiento cada periodo de tiempo para así conocer los resultados obtenidos y de acuerdo a ello tomar decisiones de mejoras.

REFERENCIAS

ABENZA, P. Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta, 2011 – 2012.

ACOSTA, Carlos. Suelo agrícola, un ser vivo: medición de recuperación de nutrientes en suelos usados en la agricultura, 2006.

ALBRECHTS, Christian. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment, 2000. Recuperado de:

BEHAR. (EL METODO DE LA INVESTIGACION. EDICIÓN: A. Rubeira.pp.20, 2008).

CALDERON. Análisis físicos y químicos del suelo. (2012).

CALVO, Luis. Trabajo de fin de carrera: Procesos de recuperación de suelos degradados a partir de biorresiduos fermentables de la universidad de León en la escuela superior y técnica de ingeniería agraria, 2007.

CURIEL, María. Caracterización de residuos de vid transformados en biochar. España: universidad de Valladolid. 2016.

DE GRYZE, Steven, CULLEN, Michael y DURSCHINGER, Leslie. En Su Investigación De Evaluation Of The Opportunities For Generating Carbon Offsets From Soil Sequestration Of Biochar. file:///C:/Users/Jenni/Downloads/Soil_Sequestration_Biochar_Issue_Paper1, 2010.

ERNSTING, Almuth. Biochar: carbón vegetal disfrazado de otro negocio tecnológico para enfrentar el cambio climático, revista peruana, 2009.

FIALLOS, Luis y FLORES, Luis. Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de Medicago sativa: proyecto para titulación, 2015.

GUARDADO, RODRÍGUEZ, MONGE. evaluación de la calidad del carbón vegetal producido en hornos de retorta y hornos metálicos portátiles en el salvador. País. Salvador, (2010), Pg21.

GUERRA, Patricia. Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana, TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2005.

INTIWAYS, Martha. Adaptándonos al cambio climático con las antiguas civilizaciones del Perú, Producción de biochar para recuperar suelos agrícolas, Cuzco, Perú, 2015.

JOHANNES, Lehmann y STEPHEN, Joseph. El bio carbón para la gestión ambiental, Perú, 2015.

MARTÍNEZ, Carla. Efectos de enmiendas de biochar sobre el desarrollo en *Cucumis sativus* L., 2015. Var. SMR-58.

MINAM. Revista: La desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Lima, 2011

PEREZ, Antonio. Tesis doctoral Bases Edafológicas para la Corrección de un Compost de lodos de aguas residuales urbanas, como enmienda orgánica, 2009.

PUENTE DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia* Swingle). país. Ecuador, (2006).

RMIREZ. Salinidad del suelo. México, (2010), pg.4.pg.pag.10

RODRIGUES. "Optimización de producción de briquetas de carbón y biomasa", Lima, Perú, (2010), pg.19

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Medición de escala
VD: Recuperación de suelos salinos	Conjunto de técnicas aplicadas a mejorar el suelo con una gran cantidad de sales, las cuales afectan su estructura y composición. Además, afecta la producción de cultivos y estructuras cercanas. (Cieza, J. 2016)	Delimitación del suelo salino en 18 semi-parcelas de 12m ² cada una para los ensayos de la investigación.	Calidad	Tiempo. (Días)	Cuantitativa continua
				Peso. (Kg)	Cuantitativa continua
				N, P, K, C, C/N, Mo, Ca, Mg, Humedad, Cenizas. (%)	Cuantitativa continua
				pH. (Ácido – neutro - alcalino)	Cuantitativa continua
VI: Carbonilla vegetal	Es un combustible producto de la combustión anaeróbica de la madera, es decir una combustión sin oxígeno, sólo madera expuesta a altas temperaturas durante un tiempo determinado. Esta reacción de carbonización es llamada pirolisis. (Rodrigues P. 2010).	Preparación de tres tipos de carbonilla: eucalipto, limón y tamarindo; de los cuales se generará 150 Kg de cada carbonilla respectivamente.	Carbonilla de eucalipto. Carbonilla de limón. Carbonilla de tamarindo.	10, 20, 30, 40, 50 (Kg) de carbonilla x cada parcela de 12m ² correspondientemente.	Cuantitativa discreta

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02. Análisis de suelo con carbonilla de eucalipto - E – testigo



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E - Testigo
Fecha de Emisión: 27/02/2019

Parámetro	M-1
pH	11.4
Cec (Mihos/cm)	35.4
Materia orgánica (%)	30.5
Nitrógeno (%)	0.91
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.23
Potasio (K ₂ O) (%)	0.85
Calcio (CaO) (%)	2.25
Magnesio (MgO) (%)	0.82
Humedad (%)	43
Relación C/N (%)	18.56

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 03. E – 10 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E – 10 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.5
Cec (Mhos/cm)	32.2
Materia orgánica (%)	31.9
Nitrógeno (%)	0.95
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.28
Potasio (K ₂ O) (%)	0.95
Calcio (CaO) (%)	2.22
Magnesio (MgO) (%)	0.81
Humedad (%)	42.2
Relación C/N (%)	18.96

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 04. E – 20 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E – 20 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.2
Cec (Mihos/cm)	27.6
Materia orgánica (%)	33.2
Nitrógeno (%)	1.21
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.34
Potasio (K ₂ O) (%)	1.45
Calcio (CaO) (%)	2.19
Magnesio (MgO) (%)	0.79
Humedad (%)	41.6
Relación C/N (%)	19.25

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, buenos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIVIA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 05. E – 30 Kg

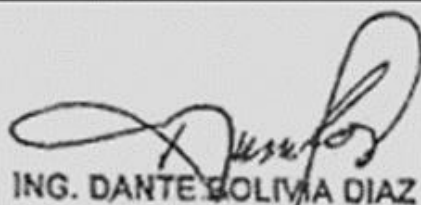


Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E – 30 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	9.5
Cec (Mihos/cm)	23.2
Materia orgánica (%)	35.5
Nitrógeno (%)	1.35
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.41
Potasio (K ₂ O) (%)	1.92
Calcio (CaO) (%)	2.12
Magnesio (MgO) (%)	0.76
Humedad (%)	41.5
Relación C/N (%)	19.56

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, buenos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.



ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 06. E – 40 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E – 40 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	8.7
Cec (Mihos/cm)	18.6
Materia orgánica (%)	37.1
Nitrógeno (%)	1.52
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.49
Potasio (K ₂ O) (%)	2.21
Calcio (CaO) (%)	1.99
Magnesio (MgO) (%)	0.76
Humedad (%)	41.2
Relación C/N (%)	20.12

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son moderados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, buenos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVAR DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 07. E – 50 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: E – 50 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	7.62
Cec (Mihos/cm)	15.7
Materia orgánica (%)	38.4
Nitrógeno (%)	1.66
Fosforo (P2O5) (%)	1.56
Potasio (K2O) (%)	2.44
Calcio (CaO) (%)	1.94
Magnesio (MgO) (%)	0.75
Humedad (%)	40
Relación C/N (%)	20.52

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son moderados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, buenos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 08. Análisis de suelo con carbonilla de limón - L – testigo



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – testigo
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.8
Cec (Mihos/cm)	34.2
Materia orgánica (%)	30.2
Nitrógeno (%)	0.93
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.25
Potasio (K ₂ O) (%)	0.81
Calcio (CaO) (%)	2.31
Magnesio (MgO) (%)	0.86
Humedad (%)	45
Relación C/N (%)	17.86

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 09. L – 10 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – 10 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.6
Cec (Mihos/cm)	33.1
Materia orgánica (%)	32.2
Nitrógeno (%)	0.95
Fosforo (P2O5) (%)	1.28
Potasio (K2O) (%)	0.95
Calcio (CaO) (%)	2.28
Magnesio (MgO) (%)	0.84
Humedad (%)	44.5
Relación C/N (%)	17.92

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 10. L – 20 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – 20 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.3
Cec (Mihos/cm)	30.5
Materia orgánica (%)	33.6
Nitrógeno (%)	0.99
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.31
Potasio (K ₂ O) (%)	1.26
Calcio (CaO) (%)	2.24
Magnesio (MgO) (%)	0.81
Humedad (%)	44.1
Relación C/N (%)	18.11

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 11. L – 30 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – 30 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	9.8
Cec (Mihos/cm)	28.6
Materia orgánica (%)	35.7
Nitrógeno (%)	1.05
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.32
Potasio (K ₂ O) (%)	1.35
Calcio (CaO) (%)	2.21
Magnesio (MgO) (%)	0.81
Humedad (%)	43.2
Relación C/N (%)	18.34

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVAR DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 12. L – 40 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – 40 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	9.5
Cec (Mihos/cm)	27.1
Materia orgánica (%)	36.5
Nitrógeno (%)	1.08
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.34
Potasio (K ₂ O) (%)	1.56
Calcio (CaO) (%)	2.15
Magnesio (MgO) (%)	0.79
Humedad (%)	42.9
Relación C/N (%)	18.46

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 13. L – 50 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: L – 50 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	8.9
Cec (Mihos/cm)	26.5
Materia orgánica (%)	37.5
Nitrógeno (%)	1.11
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.36
Potasio (K ₂ O) (%)	1.88
Calcio (CaO) (%)	2.11
Magnesio (MgO) (%)	0.79
Humedad (%)	42
Relación C/N (%)	18.56

Resultados: reacción ligeramente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 14. Análisis de suelo con carbonilla de limón - T – testigo



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – testigo
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	11.2
Cec (Mihos/cm)	35.9
Materia orgánica (%)	29.4
Nitrógeno (%)	0.91
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.21
Potasio (K ₂ O) (%)	0.86
Calcio (CaO) (%)	2.41
Magnesio (MgO) (%)	0.83
Humedad (%)	46
Relación C/N (%)	19.23

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 15. T – 10 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – 10 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	11
Cec (Mihos/cm)	35.1
Materia orgánica (%)	30.9
Nitrógeno (%)	0.91
Fosforo (P2O5) (%)	1.21
Potasio (K2O) (%)	0.96
Calcio (CaO) (%)	2.41
Magnesio (MgO) (%)	0.83
Humedad (%)	45.8
Relación C/N (%)	19.28

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 16. T – 20 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – 20 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.9
Cec (Mihos/cm)	34.6
Materia orgánica (%)	33.5
Nitrógeno (%)	0.93
Fosforo (P2O5) (%)	1.23
Potasio (K2O) (%)	0.99
Calcio (CaO) (%)	2.4
Magnesio (MgO) (%)	0.83
Humedad (%)	44.5
Relación C/N (%)	19.31

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 17. T – 30 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – 30 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.5
Cec (Mihos/cm)	33.7
Materia orgánica (%)	34.8
Nitrógeno (%)	0.95
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.24
Potasio (K ₂ O) (%)	1.12
Calcio (CaO) (%)	2.4
Magnesio (MgO) (%)	0.82
Humedad (%)	44.3
Relación C/N (%)	19.34

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIVAR DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 18. T – 40 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – 40 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.3
Cec (Mhos/cm)	33
Materia orgánica (%)	35.4
Nitrógeno (%)	0.96
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	1.25
Potasio (K ₂ O) (%)	1.19
Calcio (CaO) (%)	2.39
Magnesio (MgO) (%)	0.82
Humedad (%)	44.1
Relación C/N (%)	19.36

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE BOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos

Anexo 19. T – 50 Kg



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida – Chiclayo
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

Tipo de análisis: Completos
Nombre: Luis Alfredo Álvarez Casanova
Procedencia: T – 50 Kg
Fecha de Emisión: 20/06/2019

Parámetro	M-1
pH	10.1
Cec (Mihos/cm)	32.1
Materia orgánica (%)	35.2
Nitrógeno (%)	0.96
Fosforo (P2O5) (%)	1.26
Potasio (K2O) (%)	1.23
Calcio (CaO) (%)	2.38
Magnesio (MgO) (%)	0.82
Humedad (%)	44
Relación C/N (%)	19.39

Resultados: reacción altamente alcalina y los niveles de sales solubles son elevados. En su composición química, presenta un buen contenido de materia orgánica, minerales, bajos elementos de N-P-K, valores medios de calcio y magnesio. La relación C/N indica que la descomposición y mineralización es gradual en el suelo.

ING. DANTE SOLIMA DIAZ

Jefe del Laboratorio Química-Suelos