



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

**EVALUACIÓN DE ENMIENDAS PARA EL MANEJO DE LA
SALINIDAD EN SUELOS DE LA PARROQUIA CHANDUY,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Génesis Esperanza Usca Valle

La Libertad, 2019



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

**EVALUACIÓN DE ENMIENDAS PARA EL MANEJO DE LA
SALINIDAD EN SUELOS DE LA PARROQUIA CHANDUY,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

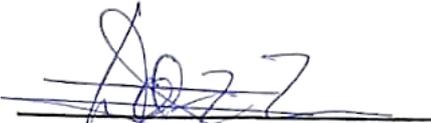
INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Génesis Esperanza Usca Valle

Docente: Ing. Ángel León M.Sc.

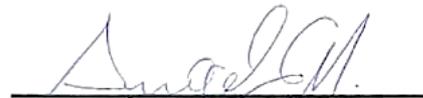
La Libertad, 2019

TRIBUNAL DE GRADO


Ing. Néstor Orrala, Ph.D.
**DECANO DE LA FACULTAD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**


Ing. Andrés Drouot Candell, M.Sc
**DIRECTOR DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**


Ing. Mercedes Santistevan Méndez, Ph.D.
**PROFESOR DEL ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**


Ing. Ángel León Mejía M.Sc
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**


Abg. Victor Coronel Ortiz, M.Sc
**SECRETARIO GENERAL
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



RÉCIBIDO 01 MAR 2019

iii

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento eterno a Dios, por nunca abandonarme, por el infinito amor, sabiduría e inteligencia que me ha ofrecido para cumplir una meta más. Por influir en la unión de mi familia y ayudarnos a sobrepasar las barreras de la vida.

A mis padres, hermanos, tíos (as), primas (os) y amigos por el apoyo incondicional, a pesar de todo darme la fuerza para seguir escalando y cumplir un objetivo más, en prepararme e iniciar una carrera de tercer nivel. A mi hijo, por su amor incondicional durante estos 4 años siendo madre.

Al Ing. Ángel León Mejía, M.Sc. por brindarme de su apoyo, conocimientos y su ayuda incondicional durante toda la etapa de estudios dentro de la universidad, por tomar la responsabilidad de ser mi tutor de tesis culminando con éxito el trabajo de grado.

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado principalmente a Dios, por darme el coraje de levantarme cada día a luchar por mis sueños.

A mi querida madre Beddy Valle, por sostenerme y apoyarme durante mi vida estudiantil a pesar de los sacrificios, haciéndole conocer que este logro es gracias a ella.

Mi padre Joffre Usca y mi abuelito Nelson Usca por enseñarme que el que persevera alcanza, que primero es el amor a la familia y los logros son una añadidura, siempre los llevare en mi corazón.

Mi abuelito Miguel Valle y abuelita Guillermina Ríos, por enseñarme que no todo está perdido y que las alternativas existen.

A mi hermano Joffre Usca por ser padre y hermano a la vez, por no abandonarnos cuando más necesitábamos de un pilar para sostenernos, mi modelo a seguir.

Mi hermana Domenica Usca, demostrándome que en esta vida únicamente viven los que resisten.

Mi tío Oswaldo Usca, por seguir en la lucha y demostrar que el amor es el que va a prevalecer en toda circunstancia.

A mis primas (os), tíos (as) por enseñarme y empujarme a lograr mis metas.

Mario Manrique por el apoyo incondicional durante toda la etapa del proyecto, agradeciéndole por su sabiduría y por ser mi compañero de vida.

Por último, siendo el incentivo más importante en mi vida, mi hijo Liam por enseñarme que es la inocencia y el amor desinteresado, demostrándole que nada es imposible y que lo amaré todo el resto de mi vida.

GRACIAS

Génesis Usca Valle

RESUMEN

El objetivo del estudio, es observar la evolución de enmiendas sobre los parámetros del suelo y características agronómicas del cultivo de cebolla, en la Provincia de Santa Elena, Parroquia Chanduy. El estudio inicio desde el transplante del cultivo de cebolla, su desarrollo fue de 4 meses, distribuyendo los muestreos de suelo y de planta en 6 fases y durante ese proceso se realizaron análisis de laboratorio de densidad aparente, conductividad eléctrica y el potencial de hidrógeno, a dos profundidades (15 y 30 cm).

Los tratamientos son 4 del cual se dividen en Tratamiento 1 (testigo), Tratamiento 2 (Ácido húmico), Tratamiento 3 (CaO) y Tratamiento 4 (Ácido húmico/CaO), los resultados fueron evaluados con el Diseño Completamente al Azar, en conjunto con la prueba de significancia de Duncan al 5%.

Los resultados determinaron la mejor enmienda para cada parámetro físico-químicos del suelo, concluyendo que el Tratamiento 2 (Ácidos húmicos) obtuvo buenos descenso en la primera profundidad (15 cm) y en la segunda profundidad (30 cm) con respecto a la conductividad eléctrica, para la densidad aparente el Tratamiento 3 (CaO) en ambas profundidades (15 – 30 cm) fue el que mejor resultados postulo, para el potencial de hidrógeno en la Profundidad 1 (15 cm), fue el Tratamiento 4 (Ácidos húmicos/CaO) y el Tratamiento 2 (Ácido húmicos) en la profundidad 2 (30 cm).

La enmienda con mejores características agronómicas fue el Tratamiento 2 (Ácidos húmicos) obteniendo el peso del bulbo de 61,78 g con un diámetro del bulbo de 7,74 cm, además es importante recalcar que el híbrido de cebolla que se utilizó es “Campo lindo”, el cual es conocido por presentar mejor rendimiento de la planta al momento de ser trasplantado.

Palabras claves: Suelos, salinidad, análisis y enmiendas del suelo

ABSTRACT

The objective of the study is to observe the evolution of amendments on the parameters of the ground and agronomic characteristics of the onion crop, in the Santa Elena's province, Chanduy Parish. The study started from the transplant of the onion, its development as of 4 months, distributing samples of soil and plant in six phases and during each phase by performing laboratory analysis of bulk density, electrical conductivity, at two depths (15 and 30 centimeters).

The treatments were 4 of which are divided into treatment 1 (control), treatment 2 (humic acid), treatment 3 (CaO) and treatment 4 (humic acid / CaO), the results were assessed with the design completely at random, in conjunction with the test of significance of Duncan to 5%.

The results determined that amendment for each physical.chemical parameter of the soil, concluding that Treatment 2 (humic acid) obtained good descent in the firsts depth (15 cm) and in the second depth (30 cm) respect to the electrical conductivity, for the apparent density, Treatment 3 (CaO) in both depths (15 -30 cm) was the best result, for the potential of hydrogen in depth 1 (15 cm), was Treatment 4 (humic acid/CaO) and Treatment 2 (humic acid) in depth 2 (30 cm).

The amendment with the best agronomic characteristics was treatment 2 (humic acid), getting the bulb weight of 61,78, bulb diameter of 7.74 cm, it is important to emphasize that the hybrid onion that was used was "Campo Lindo", which is known by better performance of the plant at the time of be transplanted

Keywords: Soil, salinity, analysis and soil amendment

El contenido del presente trabajo de titulación es de mi responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Suelo	4
1.2. Principales problemáticas de fertilidad de los suelos	4
1.3. Factores del suelo para su fertilidad	4
1.3.1. Disponibilidad de agua	5
1.3.2. Textura de los suelos	5
1.3.3. La cantidad de materia orgánica.....	5
1.3.4. Los organismos vivos	5
1.3.5. La reacción química del suelo	6
1.4. Degradación del suelo	6
1.4.1. Tipos de degradación de suelos.....	6
1.5. Análisis de suelo	7
1.5.1. Objetivos de la interpretación de los análisis de suelo	7
1.6. Análisis de agua.....	11
1.7. Salinidad en los suelos	13
1.7.1. Causas del desarrollo de la salinidad en los suelos	14
1.7.2. Clasificación de los suelos según la salinidad	14
1.7.3. Características o efectos de la salinidad en los suelos.....	15
1.7.4. Métodos para la recuperación de suelos salinos.....	16
1.8. Las enmiendas y sus características	17
1.8.1. Efectos de las enmiendas orgánicas en los suelos	17
1.8.2. Clasificación y tipos de enmiendas	18
1.8.3. Tipos de enmiendas para suelos salinos	18
1.9. Cultivo de cebolla.....	20
1.9.1. Origen	20
1.9.2. Clima y variedades de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>).....	20
1.9.3. Morfología.....	20
1.9.4. Tipo de terreno para la siembra de cebolla.....	20
1.9.5. Producción de cebolla en Ecuador	21

2. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1. Ubicación del Experimento	22
2.1.1. Características agroquímicas del suelo y agua del lugar en estudio	23
2.1.2. Material vegetal. Características	24
2.1.3. Tratamientos	24
2.1.4. Riego.....	25
2.1.5. Fertilización.....	25
2.2. Diseño Experimental.....	27
2.2.1. Análisis estadístico	27
2.2.2. Delineamiento Experimental	28
2.3. Manejo del Experimento	32
2.3.1. Materiales para muestreo en campo	32
2.3.2. Materiales para el análisis de suelo en laboratorio:.....	32
2.3.3. Materiales para la evaluación de las variables del cultivo	32
2.3.4. Muestras en el campo	32
2.3.5. Análisis de suelo (Laboratorio)	33
2.3.6. Evaluación del material vegetal.....	34
2.3.7. Evaluación de las variables agronómicas	35
2.4. Variables Experimentales	35
2.4.1. Evaluación de los parámetros físico-químico del suelo	35
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1.1. Conductividad Eléctrica (S/m)	37
3.1.2. Densidad Aparente	41
3.1.3. Potencial de Hidrógeno	46
3.1.4. Comparación de resultados de pruebas Ce – Da - pH con análisis realizados por el INIAP.....	50
3.1.5. Evaluación de las variables agronómicas de la planta de cebolla	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de suelo, según los valores del pH.....	8
Tabla 2. Niveles de conductividad eléctrica y su respuesta.....	9
Tabla 3. Clasificación del suelo por su contenido de materia orgánica.....	10
Tabla 4. Densidad Aparente y sus rangos para el crecimiento de raíces	11
Tabla 5. Grado de restricción del agua según la calidad	12
Tabla 6. Clasificación de los tipos de suelos según los parámetros establecidos	15
Tabla 7. Clasificación y tipos de enmiendas.....	18
Tabla 8. Análisis de suelo de la finca “El Manantial”	23
Tabla 9. Programa de aplicación para el cultivo de cebolla	25
Tabla 10. Análisis de Varianza	28
Tabla 11. Delineamiento Experimental	28
Tabla 12. Análisis de varianza de la Ce (S/m) - Prof. 1 - 2 (15 y 30 cm).....	37
Tabla 13. Análisis Duncan de la Ce (S/m) en las 6 Fases / Prof. 1 (15 cm).....	38
Tabla 14. Análisis Duncan de la Ce (S/m) en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm).....	39
Tabla 15. Diferencias de la Ce (S/m) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm)	41
Tabla 16. Análisis de varianza de la Da (Mg/t) - Prof. 1 -2 (15 y 30 cm)	42
Tabla 17. Análisis Duncan de la Da (Mg/t) en las 6 fases / Prof. 1 (15 cm)	42
Tabla 18. Análisis Duncan de la Da (Mg/t) en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)	44
Tabla 19. Diferencias de la Da (Mg/t) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm).....	46
Tabla 20. Análisis de varianza del pH - Prof. 1 – 2 (15 - 30 cm).....	46
Tabla 21. Análisis Duncan del pH en las 6 fases / Prof. 1 (15 cm)	47
Tabla 22. Análisis Duncan del pH en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)	48
Tabla 23. Diferencias de la Da (Mg/t) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm).....	50
Tabla 24. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Ce	51
Tabla 25. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Ce	52
Tabla 26. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Da	52
Tabla 27. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Da	53
Tabla 28. Diferencia de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/pH.....	54
Tabla 29. Diferencia de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/pH.....	55
Tabla 30. Análisis de varianza del Peso Fresco de Raíces / Fase 6	56
Tabla 31. Análisis de varianza del Peso Fresco de Hojas / Fase 6	57

Tabla 32. Análisis de varianza del Peso Fresco del Bulbo / Fase 6.....	58
Tabla 33. Análisis de varianza del Peso Seco de Raíces / Fase 6.....	60
Tabla 34. Análisis de varianza del Peso Seco de Hojas / Fase 6	61
Tabla 35. Análisis de varianza del Peso Seco del Bulbo	63
Tabla 36. Medias de las características agronómicas de la cebolla "Campo Lindo" .	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Salinidad en suelos de la Provincia de Santa Elena	14
Figura 2. Foto satelital de la hacienda "El Manantial"	22
Figura 3. Diseño de las parcelas experimentales de la cebolla "Campo lindo"	30
Figura 4. Diseño de la primera parcela del cultivo de cebolla "Campo lindo"	31
Figura 5. Evolución de la Ce (S/m) / Prof. 1 (15 cm).....	39
Figura 8. Evolución de la Ce (S/m) / Prof. 2 (30 cm).....	40
Figura 7. Evolución de la Da (Mg/t) / Prof. 1 (15 cm)	43
Figura 8. Evolución de la Da (Mg/t) / Prof. 2 (30 cm)	45
Figura 9. Evolución del pH / Prof. 1 (15 cm)	48
Figura 10. Evolución del pH / Prof. 2 (30 cm)	49
Figura 11. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Ce.....	51
Figura 12. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Ce.....	52
Figura 13. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Da	53
Figura 14. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Da	53
Figura 15. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/pH	54
Figura 16. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/pH	55
Figura 17. Análisis de significancia del Peso Fresco de Raíces / Fase 6.....	56
Figura 18. Evolución del Peso Fresco Raíces acorde a las enmiendas.....	56
Figura 19. Análisis de significancia del Peso Fresco de Hojas / Fase 6	57
Figura 20. Evolución del Peso Fresco Hojas acorde a las Enmiendas	58
Figura 21. Análisis de significancia del Peso Fresco del Bulbo / Fase 6	59
Figura 22. Evolución del Peso Fresco Bulbo acorde a las Enmiendas	59
Figura 23. Análisis de significancia del Peso Seco de Raíces / Fase 6.....	61
Figura 24. Evolución del Peso Seco Raíces acorde a las Enmiendas.....	61
Figura 25. Análisis de significancia del Peso Seco de Hojas / Fase 6	62
Figura 26. Evolución del Peso Seco Hojas acorde a las Enmiendas	62
Figura 27. Análisis de significancia del Peso Seco del Bulbo / Fase 6	63
Figura 28. Evolución del Peso Seco Bulbo acorde a las Enmiendas	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla A 1. Datos promedios de la Ce. (S/m), profundidad 1 (15 cm).....	
Tabla A 2. Análisis de varianza de la Ce (S/m), profundidad 1 (15 cm).....	
Tabla A 3. Datos promedios de la Ce. (S/m), profundidad 2 (30 cm)	
Tabla A 4. Análisis de varianza de la Ce (S/m), profundidad 2 (30 cm).....	
Tabla A 5. Datos promedios del pH, profundidad 1 (15 cm)	
Tabla A 6. Análisis de varianza del pH, profundidad 1 (15 cm)	
Tabla A 7. Datos promedios del pH, profundidad 2 (30 cm)	
Tabla A 8. Análisis de varianza del pH, profundidad 2 (30 cm)	
Tabla A 9. Datos promedios de la Da (Mg/t), profundidad 1 (15 cm)	
Tabla A 10. Análisis de varianza de la Da (Mg/t), profundidad 1 (15 cm)	
Tabla A 11. Datos promedios de la Da (Mg/t), profundidad 2 (30 cm)	
Tabla A 12. Análisis de varianza de la Da (Mg/t), profundidad 2 (30 cm)	
Tabla A 13. Datos promedios del peso fresco, raíces.....	
Tabla A 14. Análisis de varianza del peso fresco, raíces.....	
Tabla A 15. Datos promedios del peso seco, raíces.....	
Tabla A 16. Análisis de varianza del peso seco, raíces	
Tabla A 17. Datos promedios del peso fresco, hojas.....	
Tabla A 18. Análisis de varianza del peso fresco, hojas.....	
Tabla A 19. Datos promedios del peso seco, hojas	
Tabla A 20. Análisis de varianza del peso seco, hojas	
Tabla A 21. Datos promedios del peso fresco, bulbo	
Tabla A 22. Análisis de varianza del peso fresco, bulbo.....	
Tabla A 23. Datos promedios del peso seco, bulbo.....	
Tabla A 24. Análisis de varianza del peso seco, bulbo.....	
Figura A 1. Reconocimiento del campo de trabajo, hacienda "El Manantial"	
Figura A 2. Enmiendas	
Figura A 3. Muestreo de suelo.....	
Figura A 4. Secado de muestras de suelo	
Figura A 5. Proceso de laboratorio para la obtención del pH y Ce (S/m)	
Figura A 6. Área de fertirriego	

Figura A 7. Muestreo de suelo y planta, fase 6.....

Figura A 8. Procesamiento de la planta de cebolla en el laboratorio.....

Figura A 9. Medición de las variables agronómicas.....

Figura A 10. Obtención del peso de las variables agronómicas, fase 6.....

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de fertilizantes y el mal manejo del suelo, son prácticas inadecuadas a las cuales no se les da la atención necesaria, los agricultores tienen como prioridad el rendimiento de su producción en el menor tiempo posible y la obtención de mayores ganancias, sin considerar el daño que a corto y a largo plazo causan a los suelos debido al uso desmedido de fertilizantes a nivel edáfico en la mayoría a base de sales, cuyo uso de manera incorrecta perjudica a los microorganismos del suelo y de no tomar las medidas correctivas las consecuencias podrían ser la infertilidad y por ende la inutilidad del suelo para fines agrícolas.

Con la finalidad de corregir este problema la ciencia y la tecnología se han centrado en la sustitución de los fertilizantes sintéticos de origen orgánico y de esta manera favorecer al desarrollo de microorganismos que aumenten la fertilidad de los suelos. La dosis en que se aplican los abonos se determina en concordancia con los resultados de análisis de suelo y agua, los cuales son de vital importancia y utilidad en la cuantificación de nutrientes que necesita un cultivo determinando la dosis exacta de fertilizante para aplicar al suelo y de esta manera no sobre-dosificar y afectar el desarrollo del cultivo.

La Provincia de Santa Elena, se caracteriza por poseer suelos con alta salinidad porque está situada en la zona costera del Ecuador, por lo que es de rigurosa importancia saber lo que se ofrece al suelo al momento de sembrar; en este sentido, conociendo características que poseen los suelos del perfil costanero (sus puntos fuertes y sus carencias), se determine el grado de salinidad, conductividad eléctrica y el potencial de hidrogeno, para así detectar otros problemas que tengan que afectar la adaptación del cultivo en estos tipos de suelo.

Las enmiendas en la agricultura se conocen como sustancias que se agregan en los suelos, las mismas que realizan reacciones, una de ellas es actuar sobre la textura cuando existe compactación o cuando posee demasiada soltura, también se involucra favoreciendo en procesos y reacciones químicas, biológicas y así dando respuestas positivas a los problemas que el suelo pueda obtener (Basaure, 2011).

Para este proyecto de aplicación de enmiendas, se utilizaron el óxido de calcio (CaO) y el ácido húmico (AH), los cuales sirven para mejorar la estructura del suelo, activar reacciones químicas, físicas y biológicas y de esta manera obtener un buen crecimiento de la plántula ya que deja que los nutrientes sean absorbidos netamente, haciendo que éstos no se transformen en sales que en el futuro puedan causar desequilibrio. La forma de aplicación depende del agricultor y muchas veces por el cultivo, en esta vez su aplicación se da por fertirrigación siguiendo únicamente las dosis de la etiqueta.

La aplicación de las enmiendas ya mencionadas servirá para evaluar los efectos de las mismas sobre parámetros de suelo y en las características agronómicas y productivas del cultivo de cebolla realizado en la Parroquia de Chanduy, Santa Elena. Además, se establecerá la enmienda más adecuada mediante el análisis de densidad aparente, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno en dos profundidades de 0 a 15 y de 15 a 30 cm, también se valorará el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla en los distintos tratamientos y se determinará el tratamiento de mejor desempeño en función de los parámetros evaluados.

El manejo adecuado que se debe realizar al suelo demanda de costos altos, de productos que rinden y realiza su función en forma positiva contribuyendo a la producción. No cabe duda que la salinidad tiende a bajar el rendimiento del cultivo por ende es importante poder saber contrarrestarla y así encontrar la solución a los problemas por el uso inadecuado de fertilizantes o el mal manejo de los suelos salinos.

Problema Científico:

¿Es posible que el uso de enmiendas mejore las condiciones del suelo y mantenga las características agronómicas y productivas del cultivo de cebolla en Chanduy, Santa Elena?

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar los efectos de las enmiendas del suelo, sobre las características agronómicas y productivas del cultivo de cebolla en Chanduy, Provincia Santa Elena.

Objetivos Específicos

1. Establecer la enmienda más adecuada mediante el análisis de densidad aparente, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno en distintas profundidades (15 y 30 cm).
2. Valorar el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla en los distintos tratamientos.
3. Determinar el tratamiento de mejor desempeño en función de los parámetros evaluados.

Hipótesis

El uso de enmiendas contribuye a la fertilidad en los suelos y mantiene el potencial productivo del cultivo.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Suelo

Es la capa externa de la corteza terrestre, Esta se encuentra en constante dinámica sufriendo cambios causados por agentes de la atmosfera y por los fenómenos antrópicos. Esta también sirve como soporte o un medio adecuado para el desarrollo de la vegetación y para los seres vivos (Jiménez & Hernández, 2007).

1.2. Principales problemáticas de fertilidad de los suelos

Según Ibáñez (2008) señala que existen limitantes o problemáticas que impiden la fertilidad en los suelos, pero no significa que no existe solución por lo que se recomienda realizar prácticas que no son usuales pero si importantes para mejorar la calidad del suelo, por lo que se debe conocer cuáles son los principales factores limitantes de la fertilidad, problemática que lo constituye; la salinidad y alcalinidad, hidromorfismo (saturación de agua en el suelo) y acidez o basicidad (limitación a las reacciones del suelo).

1.3. Factores del suelo para su fertilidad

De acuerdo a Brack & Mendiola (2012), el suelo es la base más importante que se debería tratar y cuidar ya que de este depende el crecimiento de las plantas y microorganismos que de la misma manera ayudan a regenerarlo, por lo que se debe tener presente las condiciones adecuadas para que la fertilidad del suelo y así poder mantenerse, por lo que los factores para que la mantención de su fertilidad se equilibre se constituirá por; la disponibilidad de agua (ayuda en el crecimiento y esporulación de microorganismos), textura de los suelos (de acuerdo a la textura del suelo depende el rendimiento que tendrá el cultivo), organismos vivos (proporcionan fertilidad y nutrición al suelo y plantas) y reacciones químicas del suelo o el pH (mantención del cultivo). Los factores ya nombrados se describirán en los siguientes párrafos.

1.3.1. Disponibilidad de agua

Los suelos sin la disponibilidad del agua, serían completamente secos y sin contextura y estructura alguna. Por lo tanto, es de mucha importancia que el agua esté presente en el desarrollo de la vegetación. A la vez se debe tener en cuenta la calidad de agua, ya que esto influye mucho en el crecimiento de las plantas y del cultivo (Allarja, 2013).

1.3.2. Textura de los suelos

Inia (2015) manifiesta que las texturas de los suelos se clasifican en arcillosos, arenosos y francos. Cada uno con sus características correspondientes, en donde la más adecuada textura para que pueda haber fertilidad en el suelo es en los suelos arcillosos, los cuales son los que guardan humedad, los que mantienen las propiedades físicas, químicas y biológicas y de la misma forma ofrecen el sostén para el mantenimiento de la planta.

1.3.3. La cantidad de materia orgánica

La materia orgánica es la principal energía para el crecimiento de la vida vegetal, esta se forma por la descomposición de alimentos por parte de los microorganismos, a partir de esto se producen reacciones químicas y biológicas que cambian el físico del suelo y ayuda a mejorar la fertilidad de los suelos. En la materia orgánica se encuentran nutrientes que son favorables para la vegetación y a la vez ayuda a reforzar la estructura del suelo evitando erosiones (Pascual & Venegas, 2010).

1.3.4. Los organismos vivos

Estos organismos juegan un rol importante en la transformación de material sólido u orgánico que se encuentra en los suelos, transformándolo en abonos o nutrimentos. Estos son indispensables para la fertilidad del suelo, por lo tanto, el cuidado es esencial para que no desaparezca la vida microbiana en los suelos. Es importante saber que los organismos vivos, cumplen funciones únicas en su especie por lo que pueden reducir enfermedades y plagas y así las plantas puedan tener un mejor vigor (Céspedes, 2017).

1.3.5. La reacción química del suelo

Es importante reconocer qué grado de acidificación poseen los suelos, ya que se puede corregir mediante enmiendas u otras prácticas agrícolas. Las influencias de las reacciones químicas pueden estar presentes en la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio catiónico, el cambio de capa superficial y lo más importante; el carbono lábil, que no puede dejar de existir en el suelo ya que es necesario para la mantención de las plantas. Es así que manejando y controlando el pH ayudará a determinar las diferentes reacciones químicas y así saber si el cultivo es apto o no para su crecimiento, encontrando el rango adecuado del suelo y que no existan problemas futuros con el suelo y su cultivo (Barbaro, *et al.*, 2015).

1.4. Degradación del suelo

La degradación del suelo es la pérdida de la capacidad que tienen para producir pero que sufre transformaciones físicas, químicas y biológicas, debido a muchas veces por el propio ambiente, pero más influenciada por el hombre. Por lo tanto, cuando hay presencia de la degradación de este recurso a la vez cae la producción vegetal y por ende se forma una agresión a la flora y fauna (García *et al.*, 2015).

1.4.1. Tipos de degradación de suelos

Existen diferentes tipos de degradación que afectan a los suelos, por lo que son de importancia conocerlos, ya que se puede evitar o aplicar métodos para el sostenimiento del suelo. Los principales tipos de formación de la degradación de los suelos son; el factor natural, el cual se identifica por los efectos que da la naturaleza como ya sea los cambios climáticos, por fenómenos naturales, etc. los cuales son parte de la degradación del suelo (Cotler, *et al.*, 2016). Otro de los principales tipos de degradación es la antrópica, la cual es la más contaminante e irreversible, ya que los usos o tratamientos que el ser humano le ofrece el suelo no son los adecuados, así como pozos de aguas servidas, el sobrepastoreo, monocultivos, etc. Estos y muchos más factores que perjudican el suelo la dejan inservible (López, 2000).

1.5. Análisis de suelo

Bertsch (2016) dice que los análisis de suelo son estudios que se realizan para saber el estado de nutrimentos del suelo. También es una herramienta que sirve para detectar algunas carencias del suelo o problemas de fertilidad, para así realizar una programación de fertilización de acuerdo a los niveles nutricionales que presenta. Además, permiten evidenciar si hay presencia de acidez o salinidad en el suelo y así estimar el porcentaje de nutrimentos que tiene disponible el suelo para las plantas después de cada explotación agrícola.

1.5.1. Objetivos de la interpretación de los análisis de suelo

El objetivo fundamental de los análisis de suelo, es conocer las carencias que enfrentan los suelos para con las plantas, para esto (Garrido, 2006) mediante su literatura enfatiza cada uno de los parámetros químicos más influyentes que conforman la evaluación de suelo.

Según (Piedrahíta, 2009), el pH es el que indica la acidez o alcalinidad según las reacciones químicas, siempre centrándose en la evaluación que da la concentración de hidrogeniones (H^+) en respuesta, su identificación es $pH = -\log [H^+]$. La escala mayor que es 14, significa que el suelo es alcalino, si es 7 es un suelo neutro y si son inferiores a 7, este será un suelo ácido.

La tabla 1, describe los tipos de suelo según su valor del pH, dando a entender que la planta tendrá buen rendimiento óptimo si el suelo tiene un pH neutral, ya que en estos suelos los nutrientes están disponibles fácilmente. Pero si el suelo demuestra el rango menor a 6,5 o superior a 7,5 significa que está sufriendo cambios químicos y físicos; de manera que disminuyen los microorganismos, aumentan las enfermedades y disminuyen los rendimientos (Garrido, 2006). Los valores del pH del suelo son sumamente sencillos de interpretar y de esta manera se podrá saber si los elementos presentes son necesarios para el crecimiento de las plantas.

Tabla 1. Tipos de suelo, según los valores del pH

pH	Tipo	Observaciones
Menor de 5,5	Muy ácido	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, falta de retención de nutrientes.
5,5 – 6,5	Ácido	
6,5 – 7,5	Neutro o cercano a neutralidad	Intervalo óptimo para los cultivos.
7,5 – 8,5	Básico	
Mayor de 8,5	Muy básico	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, posible aparición de clorosis férrica.

Fuente: (Garrido, 2006)

Otro componente importante que viene integrado en el análisis de suelo es la conductividad eléctrica, este se utiliza para medir la salinidad que se encuentra en los suelos, tomando en cuenta el agua que se utilizaría para el riego y de esta manera verificar la presencia y concentración de aniones y cationes (sales disueltas), lo dice (Desamparados, *et al.*, 2004).

La unidad de medida de la conductividad eléctrica es dS/cm y según la tabla 2, especifica que la conductividad no puede ser mayor a 2 mS/cm, según (Cortés, *et al.*, 2013), señala que si las concentraciones de sales son altas, menor es el desarrollo del cultivo, por lo tanto se realizan análisis suelo para obtener el rango que presenta la conductividad eléctrica y de esta manera actuar ante la situación con un lavado o lixiviación de sales, técnica la cual somete al suelo a un tiempo largo de riego con agua de buena calidad, para que así puedan disolverse las sales y evitar que la planta se estrese y así poder realizar el programa de producción del cultivo con normalidad.

Tabla 2. Niveles de conductividad eléctrica y su respuesta

Nivel Ce (mS/cm)	Respuesta de las plantas
0 – 2	Influencia en el cultivo es imperceptible, suelo no salino.
2 – 4	La salinidad restringe el rendimiento de los cultivos con alta sensibilidad. Suelo ligeramente salino.
4 – 8	La mayoría de los rendimientos de los cultivos se ven restringidos. Suelo salino.
8 y superior	Solo para cultivos muy resistentes. Suelos muy salinos.

Fuente: (Ronen, 2016)

El tercer componente es la materia orgánica, es el complemento que necesita la planta para su crecimiento, por lo que es importante saber cuál es la cantidad de (MO) del suelo donde se valla a sembrar, lo recalca (Ghisolfi, 2011). La cantidad de materia orgánica del suelo se la puede obtener mediante el análisis de suelo, expresada en porcentaje. Se dice que es la cantidad de restos orgánicos que por medio de reacciones químicas se convierten en nutrientes en el suelo, que a la vez absorben las plantas; esta sustancia contiene gran capacidad para retener cationes, además favorece a la estructura del suelo dando resultados positivos contra la erosión (Andrades & Martínez, 2014).

En la tabla 3, manifiesta la cantidad de materia orgánica que pueden poseer los diferentes tipos de suelo (arenoso, franco y arcilloso), lo que se debe recalcar es que no siempre tener un porcentaje elevado de (MO) es lo mejor, ya que contiene cantidades altas de nitrógeno o de carbono el cual la mayoría de plantas no podrán asimilar. Por lo tanto, la cantidad ideal de materia orgánica seria a 1,2 al 2%, mantendría el equilibrio y crecimiento de las plantas, según (Agromática, 2012).

Tabla 3. Clasificación del suelo por su contenido de materia orgánica respecto a su textura

Clasificación	Arenoso	Franco	Arcilloso
Muy Bajo	< 0,7	< 1,0	< 1,2
Bajo	0,7 - 1,2	1,0 - 1,5	1,2 - 1,7
Normal	1,2 - 1,7	1,5 - 2,0	1,7 - 1,2
Alto	1,7 - 2,2	2,0 - 2,5	2,2 - 3,0
Muy Alto	> 2,2	> 2,2	> 3,0

Fuente: (Andrades & Martínez, 2014)

La capa de arcillas y materia orgánica que poseen el suelo tienen la forma de comportarse como iones de carga negativa, que son los aniones capaces de absorber cationes, este proceso es llamado capacidad de intercambio catiónico. Esta función es lo que le permite al suelo retener los elementos necesarios que requieren las plantas para ser nutridas, entonces cuanto más sea la capacidad de intercambio catiónico mayor será la fertilidad del suelo. (Henríquez, *et al.*, 2005)

En la tabla 4, se describe los rangos de capacidad intercambio catiónico que el suelo puede desarrollar a medida del tiempo de uso o dependiendo el tipo de suelo, ya que para algunos suelos es más fácil la absorción y retención de nutrientes que para los suelos sueltos arenosos. Se debe tomar en cuenta que el suelo bueno rico en nutrientes es cuando lo conforman el Magnesio (Mg), Amonio (NH₄⁺), Potasio (K) y Calcio (Ca), encargados del desarrollo de la planta, siempre y cuando la materia orgánica llegue al nivel de descomposición, encargándose de efectuar reacciones químicas estabilizando la estructura del suelo y su pH.

La ecuación con la que se representa la capacidad de intercambio catiónico es la siguiente:

$$CIC = (\% M. O. \times 200) + (\% Arcilla \times 50)$$

La Densidad Aparente, es una propiedad física reconocida con la unidad internacional (Mg/t). Según (Salamanca & Sadeghian, 2013), dice que este ayuda a evaluar la dureza del suelo, para saber si es apto para la agricultura o el desarrollo de diferentes cultivos, ya que si la densidad del suelo sube, los posibles problemas serian la falta de retención del agua, erosiones del suelo, falta de crecimiento radicular y ausencia de porosidad en el suelo. En la tabla 4, se especifica cual es la densidad aparente ideal que puede sobrellevar los distintos tipos de suelos.

Tabla 4. Densidad Aparente y sus rangos para el crecimiento de raíces

Textura del suelo	Densidad aparente ideal (g/cm³)	Densidad aparente que afecta al crecimiento de raíces (g/cm³)
Arenoso, franco arenoso	< 1,60	> 1,8
Franco arenoso, Franco	< 1,40	> 1,8
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	< 1,40	> 1,75
Textura del suelo	Densidad aparente ideal (g/cm³)	Densidad aparente que afecta al crecimiento de raíces (g/cm³)
Limoso, franco limoso	< 1,40	> 1,75
Franco arcillo limoso	< 1,40	> 1,65
Arcilloso	< 1,10	> 1,47

Fuente: (USDA, 1999)

1.6. Análisis de agua

El análisis de agua sirve para evaluar los parámetros que consta el agua de riego que se vaya a utilizar, así como constatar el grado de pH, la conductividad eléctrica, las sales o solidos posiblemente existentes y así determinar la calidad de la misma. Conocer y realizar este tipo de pruebas es de mucha importancia para evitar problemas o dificultades en el crecimiento de la producción y daños en el estado físico del suelo (Heredia, 2015).

En la tabla 5, se pueden observar los parámetros que definen la calidad del agua de riego, así como la presencia de salinidad por ende controlar la conductividad eléctrica, además controlar y evidenciar si existen metales pesados por una posible toxicidad que afectan al rendimiento del cultivo o los efectos simples que pueden inducir el pH del agua para riego, controlando estas variables se puede decir que se deben tener presente los rangos de los parametros anunciados y así evitar daños en el suelo y en la producción (Guzman, 2005).

Tabla 5. Grado de restricción del agua según la calidad

GUÍA PARA INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO						
PROBLEMA POTENCIAL			Unid	Grado de restricción de uso		
Salinidad (afecta a la disponibilidad de agua)						
	EC _v		dS/m	< 0.7	0.7 / 3.0	> 3.0
	(o)					
	TDS		mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltración (afecta a la velocidad de infiltración en suelo) se evalúa usando EC_v y SAR simultáneamente.						
SAR	= 0 - 3	and EC _v	=	>0.7	0.7 – 0.2	<0.2
	= 3 - 6		=	>1.2	1.2 - 0.3	<0.3
	= 6 - 12		=	>1.9	1.9 – 0.5	<0.5
	= 12 – 20		=	>2.9	2.9 – 1.3	<1.3
	= 20 - 40		=	>5.0	5.0 – 2.9	<2.9
Toxicidad iónica específica (afecta a cultivos sensibles)						
	Sodio (Na) ²					
	Riegos superficiales		SAR	< 3	3 – 9	>9
	Riegos localizados		me/l	< 3	>3	
	Cloro (Cl) ²					
	Riegos superficiales		me/l	< 4	4 - 10	>10
	Riegos localizados		me/l	< 3	>3	
	Boro (B) ²		mg/l	< 0.7	0.7 - 0.3	>3.0
	Elementos traza					
Efectos diversos (afectan a cultivos susceptibles)						
	Nitrógeno (NO ₃ – N) ²		mq/l	<5	5 - 30	>30
	Bicarbonatos (HCO ₃)					
	(Solo para aspersión)		me/l	<1.5	1.5 – 8.5	>8.5
	pH			Intervalo normal 6.5 - 8.4		

Fuente: (Ayers & Westcot, 1985)

1.7. Salinidad en los suelos

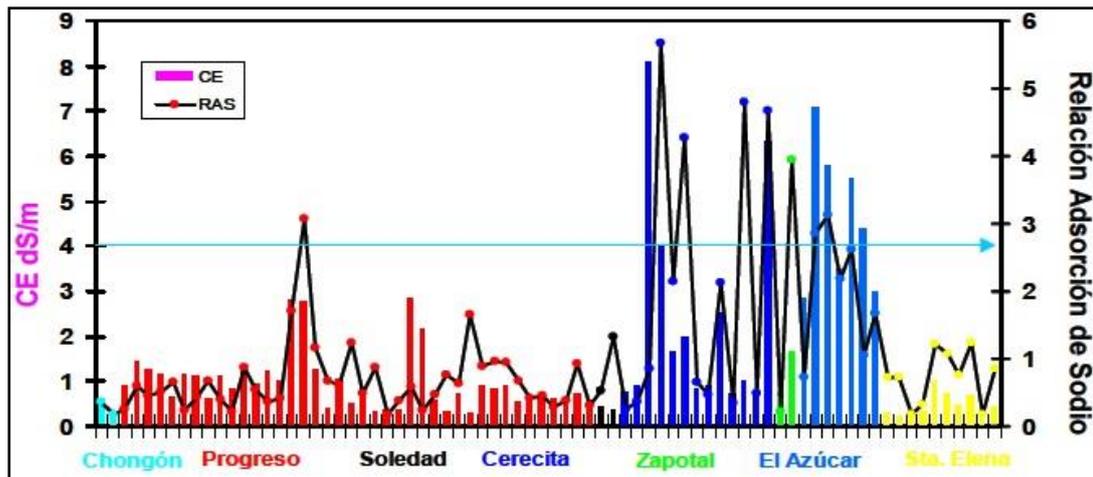
La salinidad es un problema por el cual daña la principal capa del suelo usada para la vegetación, ya sea por el uso inadecuado de fertilizantes o por el agua del riego ya que las sales constituyentes no suelen ser disueltas amenazando al cultivo, a su nutrición y desarrollo (Ramírez *et al.*, 2010).

Mite (2012) realizó una investigación acerca del manejo de suelos en la provincia de Santa Elena, el cual la tecnología de nutrición que realizan para los cultivos y para controlar los suelos salinos no fue un éxito, recalcando que entre más es el uso de fertilizantes sintéticos, la toxicidad del suelo asciende y los suelos salinos se desarrollan con normalidad causando daños en los cultivos.

Los comuneros de la provincia de Santa Elena relatan con mucha preocupación que, al sembrar cultivos como la cebolla, deben regar más de las horas establecidas para que el suelo pueda lavarse, por lo tanto, el presupuesto de la siembra tiende a subir y por tal razón dejan la agricultura, según (Cedeño, 2012).

Según datos del diario el (Universo, 2012), recalca que el 75% de los suelos de la Provincia de Santa Elena se encuentran en un estado apto para la agricultura y el 25% son los que poseen los suelos salinos, al parecer el porcentaje que señala la salinidad son suelos desprotegidos.

En la figura 1. según datos de la Estación Experimental de suelos de Boliche (INIAP) citado por (Mite, 2002), se evidencia la salinidad de los suelos de la Provincia de Santa Elena, por medio de evaluaciones de análisis de suelos señalando que a partir de 4 decisiemens (dS) y de 15 por ciento de sodio intercambiable son suelos menos propensos a la agricultura, por lo tanto, los índices señalan que la comuna “El Azúcar” y “Zapotal” son suelos con problema de salinidad, estudios aplicados en los años 2001 – 2002.



Fuente: Iniap (2002) citado por Mite, (2002)

Figura 1. Salinidad en suelos de la Provincia de Santa Elena

1.7.1. Causas del desarrollo de la salinidad en los suelos

Los suelos salinos se desarrollan por causas naturales y antrópicas según señala (Hernández, 2011), la primer causa por el mal uso del riego; donde se refiere al consumo de aguas no aptas para riego las cuales poseen metales pesados o sales insolubles y la segunda causa son las zonas urbanas, alcantarillados y drenajes; este es el factor mayor de contaminación de acuíferos ya que existen infiltraciones de los alcantarillados o pozos sépticos, dañando por completo el estado químico y físico del líquido.

1.7.2. Clasificación de los suelos según la salinidad

De acuerdo a Ramírez *et al.* (2010), los suelos se pueden clasificar dependiendo del grado de salinidad que poseen, midiendo por parametros como el pH, conductividad eléctrica o el porcentaje de sodio, como se detalla en los suelos salinos, suelos salinos sódicos y suelos sódicos según la tabla 6.

Suelos salinos: caracterizados por poseer la conductividad eléctrica mayor a 4 dS m^{-1} el porcentaje de PSI es menor de 15 % y además de tener el pH menor a 8.5. Estas son características químicas que constituyen al suelo salino, por lo que ayudan a establecer parametros hacia algunos cultivos.

Suelos salinos sódicos: son suelos salinos que poseen una dominación de cloruro de sodio por lo tanto se pueden identificar cuando contienen la conductividad eléctrica mayor a 4 dS m⁻¹ y el porcentaje de sodio intercambiable mayor a 15%.

Suelos sódicos: identificados por la presencia de cloruro de sodio, manteniendo el porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15% y la conductividad eléctrica de 4 dS m⁻¹ manteniendo así un pH mayor a 8.5, señalando así que estos suelos son malos para la agricultura.

Tabla 6. Clasificación de los tipos de suelos según los parámetros establecidos

Clases de Suelos				
Parámetros	Salino	Normal	Sódico	Salino- sódico
pH	< 8.5	< 8.5	> 8.5	> 8.5
C.E. (dS/m)	> 4	< 4	< 4	> 4
P.S.I. (%)	< 15	< 15	> 15	> 15

Fuente: (Ibáñez, 2008)

1.7.3. Características o efectos de la salinidad en los suelos

La característica principal que forma la salinidad en el suelo es el mal manejo del riego, además de que el suelo posee concentraciones de sales que al juntarse con agua de mal estado, aumenta la incidencia sales o minerales no deseados, afectando a los cultivos que no son tolerantes al Na⁺, de tal manera que en suelos arcillosos son difíciles de disolverse y de esta manera se transforma en un problema para la población de agricultores (Lutenberg, 2015).

Según Gretz (2000), los suelos salinos poseen concentraciones excesivas de sales que se pueden disolver. A la vez, se pueden reconocer a simple vista el tipo de suelo en estudio, por lo que las características principales para su identificación son cuando se

encuentran superficies agrietadas ya que no existe la debida filtración de agua en los suelos por las sales esto también es llamado efecto osmótico, endurecen el suelo agrietándolos y perdiendo su textura, el siguiente es el crecimiento irregular de las plantas ya que el suelo se puede nutrir de forma antrópica pero por más nutrición que se presencia las sales disminuyen la función nutricional dando una producción irregular por lo que el resultado final puede ser mal aspecto físico e irregularidades o aspecto de sabores inconformes y por último los suelos con problemas de alta salinidad poseen el pH de 8.5 no apto para el crecimiento de casi todos los cultivos.

1.7.4. Métodos para la recuperación de suelos salinos

Sierra (2008) manifiesta que existen varios métodos para la recuperación de suelos en específico que sean salinos, los cuales se rigen en reducir la concentración de sales solubles realizando el lavado de suelo con agua de buena calidad, la siguiente manera de reducir las sales es aplicando enmiendas de cal o yeso estas se disuelven de forma natural para así ir reemplazando las sales buenas que fueron desplazadas por el lavado y los abonados orgánicos, aumentan la mineralización pero esta técnica debe ser acompañada del lavado de suelo para que métodos pueda nuevamente nutrirse y recuperarse el suelo por completo.

Según O'geen (2018), los métodos para la recuperación de los suelos salinos, se los debe realizar conociendo que tipo de suelo salino pertenece ya sea solo salinos, salinos sódicos o sódicos, ya que cada uno tiene su particularidad diferente de reacción a los métodos que se utilizaran para recuperar el suelo.

A la vez el mismo autor expresa que existen diferentes tipos de lavado de suelo; como el riego continuo, se utilizan volúmenes de agua suficientemente elevados hasta quedar aguas estancadas para que la filtración del líquido llegue hasta las raíces de la planta y la purifique; el siguiente método de riego en intermitencia, este suele ser por riegos de tiempos largos pero en cantidades bajas, pudiendo ser utilizado un aspersor, su solución al problema de la salinidad es a largo plazo ya que el agua demora en esparcirse de forma homogénea por el suelo y las sales no se disuelven en su totalidad pero ayuda al ahorrar el líquido vital y no ahoga el suelo.

1.8. Las enmiendas y sus características

Según Cabrera & Francisco (2007), las enmiendas son sustancias inorgánicas y orgánicas que se aplican en los suelos, con el principal objetivo de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, además de contribuir a la fertilidad de este y así obtener mayores rendimientos en los cultivos.

García (2008) detalla con mucho interés el concepto que posee el suelo ya que es importante recalcar que el suelo no es recurso renovable el cual es necesario mantener su fertilidad para que pueda regenerarse, es ahí donde entra, las función de las enmiendas, estimulando a reacciones químicas en conjunto con la ayuda de la vida microbiana, aumentando o disminuyendo el pH para mejorar la disponibilidad de nutrientes pero siempre y cuando sabiendo la cantidad necesaria, ya que pueden existir reacciones negativas con el mal uso llevando al suelo a la toxicidad.

1.8.1. Efectos de las enmiendas orgánicas en los suelos

Las enmiendas es una necesidad que el suelo requiere para estar activamente y así mantener viva la vida microbiana. Según (Hirzel & Salazar, 2011), los efectos favorables que postulan las enmiendas es la mantención de la humedad en el suelo y por lo tanto en las plantas, además de mantener en buen estado las raíces para su fijación, también equilibra la temperatura del suelo, se renueva la estructura desintoxicándolo y a la vez facilitando las labores de campo.

Loja & Méndez (2015) relatan que los efectos de las enmiendas en el primer año en cultivos de ciclo corto como las hortalizas, no dieron resultados que se puedan identificar las posibles mejoras para el desarrollo de los cultivos, pero al segundo año estos cultivos desarrollaron una sostenibilidad en producción por lo que es importante recalcar que para obtener resultados positivos al utilizar enmiendas ya sean orgánicas o químicas es necesario por lo menos esperar 2 años para que se implanten y se produzcan las reacciones químicas, completando los nutrientes escasos o problemas de absorción.

1.8.2. Clasificación y tipos de enmiendas

La clasificación de enmiendas se divide en orgánicas y químicas, la diferencia está en que las enmiendas químicas son realizadas en laboratorios mediante métodos ya establecidos y las enmiendas orgánicas son realizadas por la descomposición de material ya sean plantas o desechos de animales. Antes de la utilización de este tipo de enmiendas se debe tener en cuenta que la enmienda debe estar mineralizada, con el pH adecuado para así no tener reacciones negativas cuando se realice la aplicación. Por ende, se puede verificar en la Tabla 7, los tipos de enmiendas y en su respectiva clasificación, según (Campillo & Sadzawka, 2011).

Tabla 7. Clasificación y tipos de enmiendas

Clasificación de enmiendas	
Orgánicas	Químicas
Oxido de silicio	Oxido de calcio (Ca O)
Ácidos húmicos	Hidróxido de calcio (Ca (OH)2)
Materia y desechos orgánicos (abonos verdes o purinas)	Sulfato de calcio (yeso)
	Carbonato de calcio

Fuente: (Campillo & Sadzawka, 2011)

1.8.3. Tipos de enmiendas para suelos salinos

1.8.3.1. Sulfato de calcio (yeso)

Es una sustancia mineral que contiene azufre y calcio que al aplicar al suelo mejora las condiciones físicas, aumentando la porosidad, la airosidad, la capacidad de campo y generación de nutrientes. Químicamente realiza reacciones que permiten que los elementos sean más sencillos de absorber disponiéndolos para la planta, así mismo en el entorno biológico, activa los microorganismos como los hongos y bacterias para que así actúen en la meteorización de materia orgánica aumento la cantidad de nutrientes disponibles para el suelo (Suárez, 2010).

Ponce & Torres (2006) comenta que el sulfato de calcio o yeso agrícola se lo utiliza para corregir la salinidad y acidez de los suelos, ya que la solubilidad de este en agua es inmediata, además aporta nitrógeno y azufre permitiendo realizar correcciones en el pH y rendimiento.

1.8.3.2. Óxido de calcio (Ca O)

El óxido de calcio es considerado como un producto que se disuelve de manera rápida ya que es cal viva, pero se complica la situación si se la coloca en la intemperie ya que se solidifica perdiendo completamente su efectividad (Espinosa, 2014). Es un químico que mejora la estructura del suelo, combate la salinización ya que es un intercambiador de iones, la acción floculante del calcio, aumenta la aireación y penetración de las raíces del suelo, facilita el drenaje y el lavado de sales tóxicas (Suárez, 2010).

1.8.3.3. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas derivados del mineral leonardita, que tiene una forma oxidada de lignito y son constituyentes de la descomposición de materia orgánica como el humus y materia vegetal. Estos ácidos son muy estables, al tener una uniformidad de oxidación y componentes ideales. A la vez contribuye a la calidad físicoquímica del suelo, a la fertilidad, retención de agua y a la absorción de nutrientes (Velasco & Agustín, 2011).

El mismo autor comenta que los ácidos húmicos tienen dos componentes principales los cuales son; el ácido húmico y ácido fúlvico, la mezcla de estos se llama ácido húmico, su último término es denominado por la palabra humus por que describe la fertilidad y el bienestar que produce.

1.8.3.4. Funciones y beneficios de los ácidos húmicos

Según Suárez (2010), los ácidos húmicos ayudan a la absorción de nutrientes en las plantas por lo tanto también realiza la función de estimular el crecimiento de raíces y microorganismos para que el rendimiento sea óptimo y los procesos de la planta no se vean afectados por daños de plagas, para que así tenga un desarrollo natural.

De acuerdo a Velasco & Agustín (2011), recalca que los ácidos húmicos, por lo que dicta que aumenta los nutrientes en el suelo para la planta, estimulando la fertilidad y la vida microbiana. Activa los procesos químicos, elevando el rendimiento y crecimiento de la planta.

1.9. Cultivo de cebolla

1.9.1. Origen

(*Allium cepa L.*) es el nombre científico de la cebolla, familia perteneciente a las Liliáceas y de origen de Asia, es una de las hortalizas más importantes y antiguas. Es un cultivo de ciclo corto, por lo que se conoce como bienal. La cebolla es utilizada para alimentos y a la vez para uso medicinal (Carranza, 2012).

1.9.2. Clima y variedades de cebolla (*Allium cepa L.*)

Maroto (2002) recalca que la cebolla es de climas resistentes al frío, pero no es bueno para la formación y maduración de los bulbos, es ahí que se necesitan temperaturas altas y fotoperiodos largos. La temperatura apropiada para la germinación está entre los 2° C y el óptimo es a los 14° C, la mínima es de 5° C y la temperatura óptima para el crecimiento está entre 12 y 23° C.

1.9.3. Morfología

La morfología de la cebolla según (Suárez, 2010), se constituye por poseer un bulbo con varias capas comestibles en la parte interna y en la parte exterior capas secas que protegen las membranas, además posee del tallo que es el encargado de recibir la inflorescencia, las hojas son alargadas puntiagudas, sus flores son hermafroditas, de color blancas y su fruto es pequeño de color negro, la cual donde se pueden obtener las semillas.

1.9.4. Tipo de terreno para la siembra de cebolla

Blanco & Lagos (2017) argumenta que los terrenos para los cultivos hortícolas se deben elegir suelos que no tengan pendiente, que no sean ácidos ya que la cebolla no

es adaptable en este tipo de suelos, pero si en suelos arenosos, arcillosos, a la vez que sean ricos en materia orgánica poco salinos con fácil drenaje, que dispongan de un pH neutro (6 – 7,2), conductividad eléctrica de 1,2 dS/m y que reciba exuberante luz solar.

Maroto (2002) también hace referencia acerca de los suelos para la siembra de cebolla, ya que este cultivo se desarrolla en suelos arcillosos con buen drenaje. El drenaje debe ser el más importante al sembrar ya que las variaciones bruscas de humedad pueden causar mal formaciones en los bulbos y proliferar enfermedades. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez del suelo.

1.9.5. Producción de cebolla en Ecuador

Según Solagro (2006), en Ecuador se encuentran provincias de mayor producción de cebolla como; Chimborazo y Tungurahua donde el ciclo reproductivo dura aproximadamente 180 y 270 días y en climas templados subtropicales dura entre 120 y 150 días. En total existe una superficie sembrada de 6300 hectáreas como cultivo y 267 hectáreas como cultivo asociado.

En el año 2017, se vieron afectadas la comercialización de la cebolla por contrabando del Perú, según (Zamora, 2017). Estadísticamente el saco de cebolla se lo adquiría en el Ecuador a \$18,00 pero la competencia con la cebolla peruana que vendían a \$8,00, tendían a bajar de precio teniendo pérdidas ya que para la inversión de sembrío en cebolla se necesita aproximadamente \$10.000. La solución que ha dispuesto el Gobierno según (Tábara, 2016), es tener más control en las fronteras e inspeccionar de qué forma trasladan la cebolla Peruana al Ecuador para que las provincia de Manabí y Santa Elena no sigan perdiendo producción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del Experimento

La investigación se desarrolló en la hacienda “Manantial” situada en la parroquia rural de Chanduy en la vía Santa Elena – Guayaquil, en Manantial de Chanduy de la provincia de Santa Elena, sus coordenadas geográficas son: latitud 2°22'31" Sur y longitud 80°41'26" Oeste, consta de una temperatura promedio de 21 °C a 35 °C, las precipitaciones anuales están entre 125 a 150 mm, según (Arias, 2015).



Fuente: Geogúia, (2017)

Figura 2. Foto satelital de la hacienda "El Manantial"

Los análisis de suelo y los muestreos de las plantas de cebolla se ejecutó de manera responsable en el laboratorio del CIAP (Centro de Investigaciones Agropecuarias), situada en las instalaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, localizada en la vía La Libertad – Santa Elena en el cantón Santa Elena, provincia Santa Elena.

Además, se enviaron a realizar análisis de suelo en el laboratorio del INIAP Boliche (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), para conocer el porcentaje de materia orgánica incluyendo al potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica y densidad aparente datos correspondientes a la fase 6, y así poder diferenciar junto a los datos obtenidos en el laboratorio del CIAP.

2.1.1. Características agroquímicas del suelo y agua del lugar en estudio

Para conocer las características agroquímicas del suelo y agua se enviaron las muestras al laboratorio del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), los resultados se observan en la tabla 8.

Tabla 8. Análisis de suelo de la finca “El Manantial”

Parámetros	Unidad	Muestra de suelo	Muestra de Agua
Mat. Orgánica	%	4.5	
Fracción de Partículas	%	Arena: 22% - Limo: 32% - Arcilla: 46%	
% Saturación de la Pasta	%	47.3	
pH (en la pasta)		7.8	6.7
C.E.	mS/cm	3.86	0.24
Nitrato (NO ₃)	meq/l	0.23	
Fosfato (PO ₄)	meq/l	0.10	
Sulfato (SO ₄)	meq/l	37.3	
Cloruro (Cl ⁻)	meq/l	6.94	
Bicarbonato (HCO ₃)	meq/l	5.15	
Potasio (K)	meq/l	0.38	
Magnesio (Mg)	meq/l	6.92	
Calcio (Ca)	meq/l	28.6	
Sodio (Na)	meq/l	16.3	
Hierro (Fe)	ueq/l	7.14	
Manganeso (Mn)	ueq/l	4.00	
Cobre (Cu)	ueq/l	1.26	
Zinc (Zn)	ueq/l	1.22	
Boro (B)	ueq/l	309	

Fuente: Iniap (2016)

El análisis de suelo, muestra que es arcilloso, su pH (7,8) se interpreta como medianamente básico, su conductividad eléctrica ($3,86 \text{ dS m}^{-1}$) es decir un suelo medio, conservando sus nutrientes, poco limitando de presencia de la salinidad y el porcentaje de materia orgánica de 4,5 %, indica que es un suelo saludable.

El análisis de agua posee pH 6,7 y conductividad eléctrica $0,24 \text{ mS/cm}$ que según la clasificación de (Guzman, 2005), es agua normal, apta para el riego en conjunto con su conductividad eléctrica ya que muestra que no posee sales y no tiene restricción alguna para su uso.

2.1.2. Material vegetal. Características

El área de estudio es de 410 m^2 y el material vegetal que se encuentra en el terreno experimental es la cebolla perla, la cual se la conoce con el nombre “campo lindo”, es un híbrido, su ciclo es de 90 a 100 días (Seminis, 2004). El tamaño característico de este cultivo es jumbo, globosa y de color amarilla. Según la literatura el peso del bulbo alcanza alrededor de 101 g a 370 g, es muy picante, su bulbo es achatado y su diámetro es de 9 cm (Suárez, 2010).

2.1.3. Tratamientos

Los tratamientos (enmiendas) son cuatro: T1 (Testigo), T2 (Ácidos húmicos), T3 (CaO) y T4 (Ácidos húmicos + CaO). La aplicación de las enmiendas al cultivo fue por sistema de riego, a una distancia de 10 cm entre gotero y entre líneas a 35 cm.

Las enmiendas que se utilizaron fueron: Huma K (Extracto húmico - fúlvico 80%) que es un bio-estimulante de alta calidad que mejora la producción de la cosecha activando nutrientes del suelo, puede ser aplicado por vía foliar o directamente en el suelo, su presentación es tipo aperlado o escamas y se utilizó la dosis comercial 3.0 kg/h realizando 3 aplicación en todo el desarrollo de la planta.

Manvert Sal (CaO), segunda enmienda la cual es un acondicionador líquido que aporta con minerales como el Calcio y Magnesio, corrigiendo los desequilibrios del suelo

como la conductividad eléctrica o estructura del suelo, se puede aplicar a través del sistema de riego (directo al suelo) y la dosis utilizada fue de 3.0 L/ha aplicada 3 veces durante todo el desarrollo del cultivo de cebolla.

2.1.4. Riego

El riego que se utilizó en el campo fue por goteo, en toda la etapa fenológica del cultivo de cebolla, se mantuvo la capacidad de campo y se regaba dependiendo las condiciones climáticas, ya que la zona es semi-húmeda. El riego se aplicaba 40 minutos a 1 hora por hectárea tres veces por semana. Es importante recalcar que la primera semana de haberse trasplantado se regaba por lo menos 1 hora y media por hectárea.

2.1.5. Fertilización

Para la fertilización en la siembra de cebolla se utilizó, Yaramila Complex (12 – 11 – 18), nitrato de amonio (33,5 – 0 – 0), nitrato de calcio (15 – 0 – 0), nitrato de potasio (13 – 0 – 44) y ácido fosfórico (0 – 52 – 0). Su aplicación depende del análisis de suelo y su aplicación era por sistema de fertirriego.

En la tabla 9, se presenta el programa de aplicación para el cultivo de cebolla perla híbrido “Campo Lindo”, de la finca “El Manantial”. Se puede observar los días de desarrollo del cultivo, el tratamiento, la cantidad de aplicación por hectárea y las observaciones que se dieron en el transcurso de la producción de la cebolla.

Tabla 9. Programa de aplicación para el cultivo de cebolla

Día	Fecha	Tratamientos	Nombre	Cant.	Unidad	Observaciones
0	25/5/16					Transplante
5	30/5/16	Enmiendas	Manversal	10	L	
6	31/5/16					1° Muestreo
7	1/6/16	Fertirriego	Nitrato de potasio	25	Kg	
			Nitrato de amonio	15	Kg	
			Ácido fosfórico	8	L	

(continuación...)

Tabla 9. Programa de aplicación para el cultivo de cebolla

12		Fertirriego	Sulfato de magnesio	15	Kg		
			Ácido fosfórico	8	L		
	6/6/2016	Enmiendas	Huma K	3	L		
16		Fertirriego	Yaramila complex	30	L		
			Nitrato de amonio	15	Kg		
			Muriato estándar	25	Kg		
17	11/6/2016	Enmiendas	Huma K	3	L		
22	16/6/2016						2° Muestreo (suelo/plantas)
26	20/6/2016	Enmiendas	Manvert sal	10	L		
28	22/6/2016	Fertirriego	Ácido fosfórico	10	L		
			Nitrato de potasio	25	Kg		
			Sulfato de magnesio	15	Kg		
			Nitrato de amonio	20	Kg		
31	25/6/2016	Fertirriego	Nitrato de amonio	20	Kg		
			Nitrato de calcio	20	Kg		
			Muriato estándar	25	Kg		
33	27/6/2016					3° Muestreo (suelo/plantas)	
36	30/6/2016	Fertirriego	Sulfato de magnesio	15	Kg		
			Nitrato de amonio	45	Kg		
			Nitrato de potasio	30	Kg		
			Ácido fosfórico	10	L		
40	4/7/2016	Fertirriego	Yaramila complex	30	Kg		
			Nitrato de amonio	15	Kg		
			Nitrato de calcio	20	Kg		
42	6/7/2016	Enmiendas	Manvert sal	10	L		
43	7/7/2016	Enmiendas	Huma K	3	L		

(continuación...)

Tabla 9. Programa de aplicación para el cultivo de cebolla

48		Fertirriego	Nitrato de calcio	20	Kg	
			Nitrato de amonio	20	Kg	
			Nitrato de potasio	40	Kg	
51	15/7/2016		Yaramila complex	40	Kg	4° Muestreo (suelo/plantas)
52	16/7/2016	Fertirriego	Sulfato de potasio	30	Kg	
			Sulfato de magnesio	15	Kg	
54		Fertirriego	Nitrato de calcio	30	Kg	
			Nitrato de potasio	40	Kg	
58	22/7/2017	Fertirriego	Nitrato de calcio	30	Kg	
			Nitrato de potasio	20	Kg	
62		Fertirriego	Nitrato de potasio	20	Kg	
			Sulfato de potasio	25	Kg	
66		Fertirriego	Nitrato de calcio	30	Kg	
69	2/8/2017	Enmiendas	Manvert sal	10	L	
78	11/8/2016					5° Muestreo (suelo/plantas)
80	13/8/2016	Cosecha				
113	15/9/2016	Cosecha				6° Muestreo (suelo/plantas)

2.2. Diseño Experimental

2.2.1. Análisis estadístico

Los datos se evaluarán con el diseño Completamente al Azar, en conjunto con la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error. El proceso a realizarse es obtener muestras del campo y analizarlas en el laboratorio, respectivamente durante las 6 fases (4 meses), véase en tabla 10 el análisis de varianza.

Tabla 10. Análisis de Varianza

Fuentes de variación		Grados de libertad
Tratamientos (t)	t-1	3
Error experimental	(r-1) (t-1)	12
Total	r.t-1	15

2.2.2. Delineamiento Experimental

El diseño experimental corresponderá a un diseño completamente al azar con 4 tratamientos que son; Tratamiento 1 (testigo), Tratamiento 2 (Ácido Húmico), Tratamiento 3 (CaO) y Tratamiento 4 (Ácido húmico/CaO) con 4 repeticiones, el delineamiento experimental seguirá en la Tabla 11.

Tabla 11. Delineamiento Experimental

Diseño Experimental	Completamente al azar
Tratamientos	4
Repeticiones	4
Total de Unidades Experimentales	16
Área de Parcela (20 m x 4.10 m)	82 m ²
Área útil de Parcela (20 m x 1.5 m)	30 m ²
Distancia entre hileras	0,50 m ²
Distancia de Siembra	10 cm
Número de plantas útiles por parcela	15
Número de plantas en total del experimento	270
Número de plantas por Ha	200000
Distancia entre Parcelas	0.50 m ²
Área útil del Ensayo	150 m ²
Área neta del Ensayo	410 m ²
Área total del ensayo	410 m ²

Los muestreos se evaluaron a dos profundidades de 0 – 15 cm y de 15 – 30 cm. El diseño del campo está constituido en 5 divisiones, las 4 primeras parcelas constan de diferentes tratamientos (T1; testigo – T2; ácidos húmicos – T3; óxido de calcio) y la última parcela 5, posee solo el tratamiento cuatro (T4; ácidos húmicos + óxido de calcio). Estas parcelas serán evaluadas a una distancia predeterminada; la primera a 5 metros, la segunda a 8 metros, la tercera a 15 metros, el cuarto a 20 metros de largo y la quinta parcela será evaluada a diferentes distancias (20 m, 15 m, 8 m y 5 m) marcando un retroceso, véase en la figura 3.

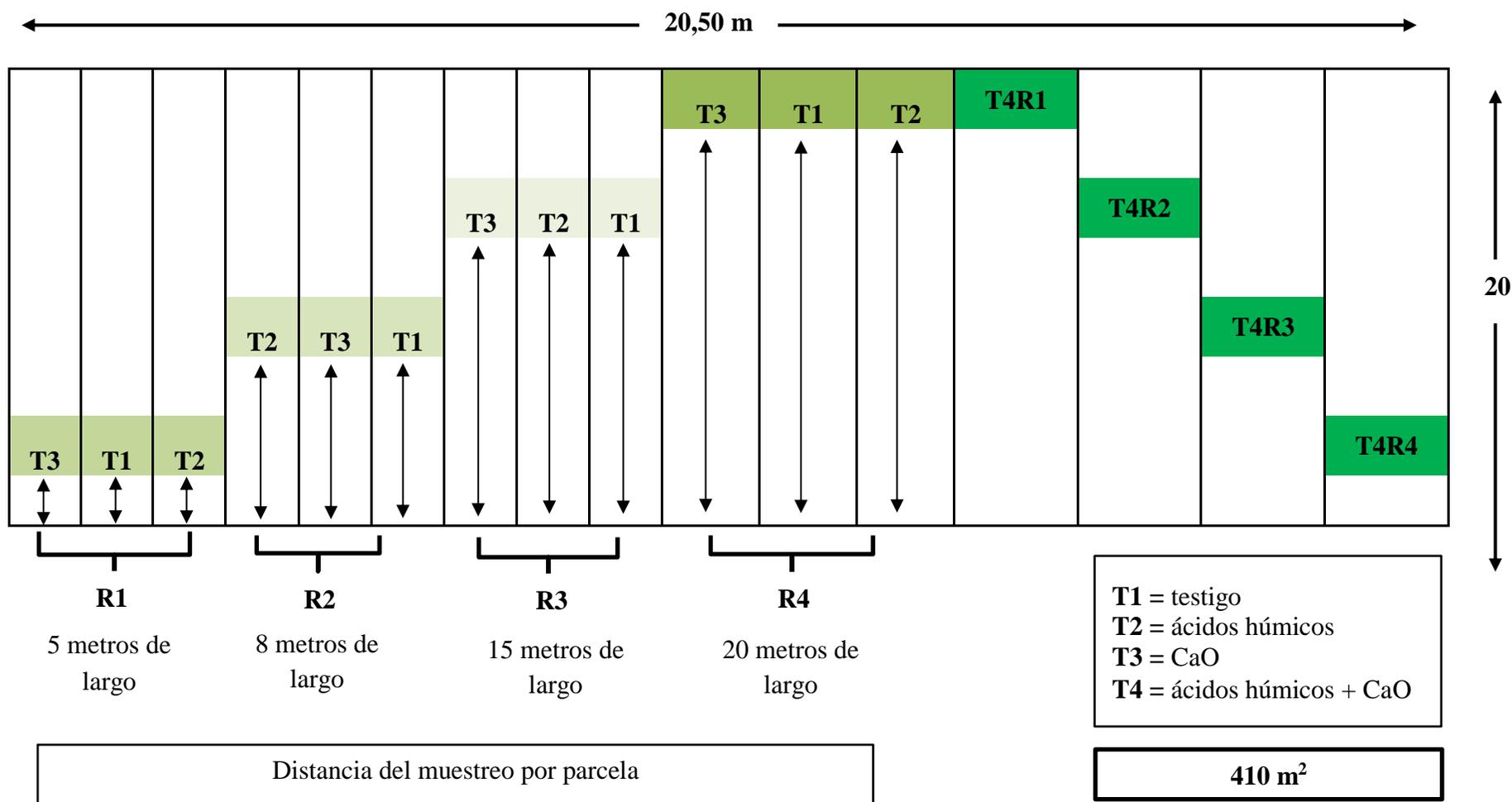


Figura 3. Diseño de las parcelas experimentales de la cebolla "Campo lindo"

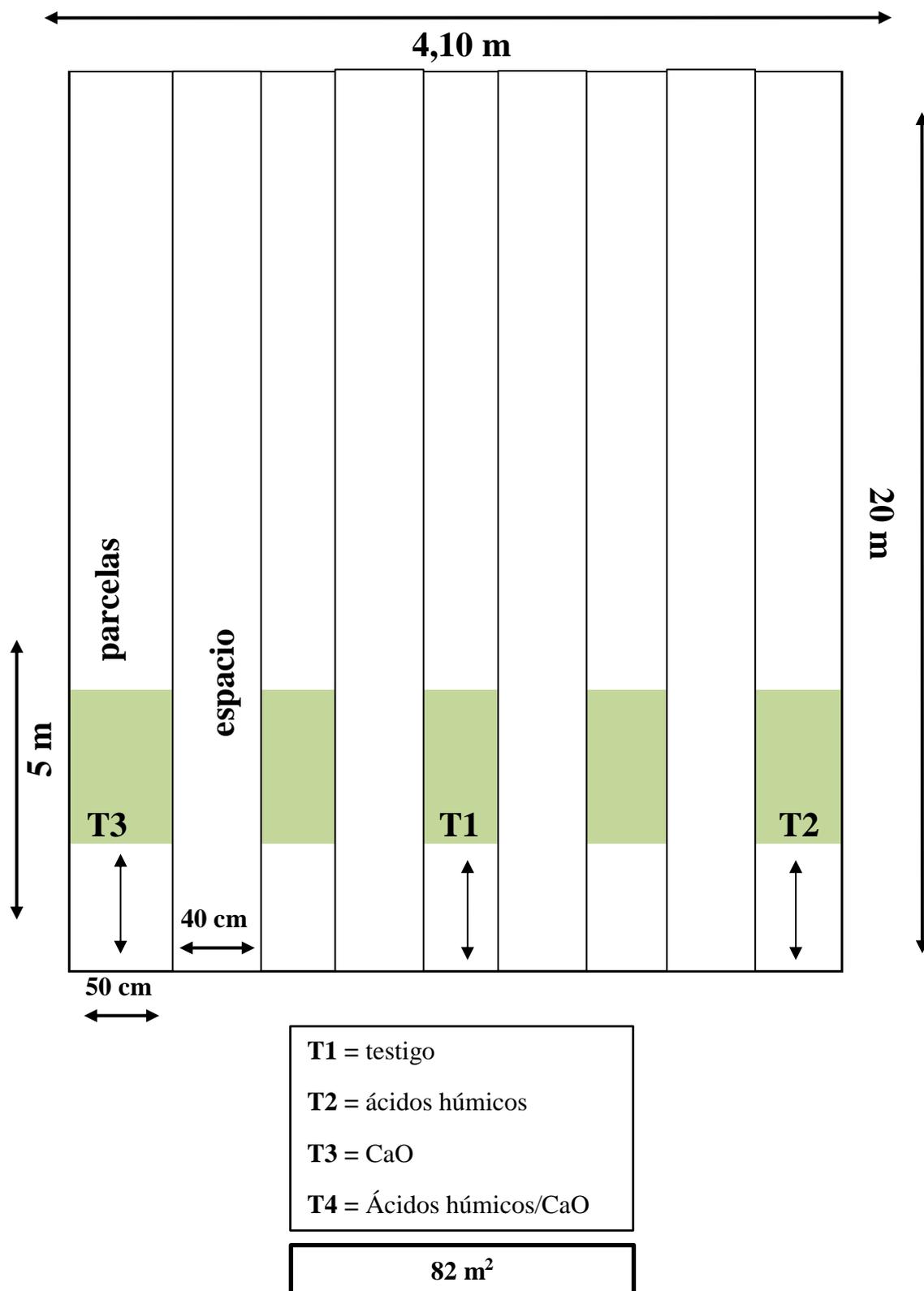


Figura 4. Diseño de la primera parcela del cultivo de cebolla "Campo lindo"

2.3. Manejo del Experimento

2.3.1. Materiales para muestreo en campo

Para el muestreo del campo (suelo y plantas) se utilizaron barreta para ablandar la tierra, fundas plásticas para recoger la muestra, marcador permanente para identificar las muestras, libreta, esfero y regla de 30 cm para la medición de profundidades.

2.3.2. Materiales para el análisis de suelo en laboratorio:

pH, Temperatura y CE

Los materiales que se utilizaron para obtener el pH, temperatura y conductividad eléctrica, fueron el agitador magnético, imanes, vasos de precipitación de 250 ml, vasos plásticos de 110 ml, papel filtro, caja petri, balanza, agua destilada, peachimetro “ExStik” y conductivímetro “ExStik”.

Densidad Aparente

Materiales para realizar la prueba de densidad aparente, se utilizó; vaso de precipitación de 250 ml, hilo de coser, balanza, parafina líquida y estufa “equipsLab”.

2.3.3. Materiales para la evaluación de las variables del cultivo

Se obtuvo el peso fresco y seco del bulbo, raíces y hojas de la planta de cebolla perla. El diámetro únicamente se tomó del bulbo de la cebolla. Y para realizar esta evaluación se necesitó regla de 30 cm, cuchillos, estufa “equipsLab”, balanza digital “equipsLab” y bolsas de papel.

2.3.4. Muestreos en el campo

El muestreo en el campo se realizó utilizando; una barreta para ablandar el suelo, luego se procede a recoger el monto de suelo según a la profundidad estipulada, en este caso sería la primera de 15 cm y la segunda a 30 cm. La medición se la puede guiar con la ayuda de una regla de 30 cm. La muestra recogida se procede a guardarla en fundas

plásticas, estas fundas dependerán de la cantidad de suelo que se recoja, una vez teniendo la funda lista con la muestra se le pone un identificador puede ser escribiendo con marcador, el identificador depende del tratamiento o repetición que se haya muestreado. Para conservar estas muestras de suelo, se las dispersa en un lugar plano, para que estas se sequen y no puedan proliferar microorganismo con la humedad que poseía, luego se las recoge en las fundas nuevas.

Una vez realizado el muestreo de suelo y almacenada en el laboratorio de la forma que se relató anteriormente, se comienza a realizar las pruebas que forman parte del análisis de suelo, las cuales son; pH (potencial de hidrogeno), Conductividad eléctrica, Densidad aparente y por último se tomaba la temperatura para evidenciar que el ambiente estuviera controlado. También se realizó el seguimiento a la evolución de las plantas obteniendo datos del peso fresco y seco de las plantas de cebolla, para saber su evolución en relación a las enmiendas. Es importante recalcar que se realizó muestreos de suelo durante todo el desarrollo de la planta (desde la siembra hasta una fecha antes de la cosecha), por lo que se dividirán en 6 fases.

2.3.5. Análisis de suelo (Laboratorio)

El procedimiento en el laboratorio consiste en obtener la conductividad eléctrica, el pH y densidad aparente. Cada tratamiento con sus dos profundidades, por lo que a se dará a conocer el procedimiento de cada una de las evaluaciones.

La medición de la conductividad eléctrica y pH del suelo, se evalúan tomando en cuenta una relación de 1:2, suelo: agua destilada, en este caso se utilizará 50 g de suelo en 100 cc de agua. Se agitan las muestras en vaso de precipitación e imanes por 45 minutos y se procede a medir el pH con el peachimetro digital y le dará el resultado con el sensor (electrodo) que posee.

Por lo consiguiente para obtener la conductividad eléctrica se filtra la misma muestra anterior con papel filtro recogiendo el líquido filtrado en un vaso de plástico. Si en caso de no tener liquido filtrado, dejar que se precipite lo sólido y cambiar el papel filtro y nuevamente colocar la misma muestra. Por último, se procede a medir la conductividad eléctrica con el conductivimetro digital (Santibáñez, 2005).

Medición de la densidad aparente

La medición de la densidad aparente se realizó siguiendo las directrices de (Romero, 2009), primero se extrae un terrón de la muestra de suelo y se pesa en la balanza de precisión y se anota el dato para luego utilizarlo con la fórmula. El terrón se rodea con un hilo y se introduce en la estufa a 105° C por 24 horas para que se deshidrate.

Se pesa nuevamente el terrón para obtener el peso seco en la balanza de precisión, luego se sumerge en parafina derretida, para cerrar los poros del terrón. Se introduce el terrón con parafina en un vaso de precipitación de 250 ml con agua, se llena el vaso con 150 ml de agua y el volumen de agua desplazado por el terrón, indicara el volumen del terrón y se toma el dato de la diferencia. Se ha tomado en cuenta esta fórmula para obtener el valor real de la densidad aparente;

V = VOLUMEN DEL SUELO (volumen que se desplaza)

Ms = MASA DEL SUELO SECO Da = Ms / V (g/cc)

2.3.6. Evaluación del material vegetal

Para la evaluación del material vegetal, se toma 5 plantas por cada tratamiento desde el inicio de la plantación hasta la cosecha. La recolección se da en las mismas fechas de cada muestreo de suelo, y se realiza la identificación ya sea por el tratamiento y repetición, por último, se las guarda en fundas de papel para que conserven la humedad y se pueda recoger los datos que se necesitan en el laboratorio.

El proceso que se realiza con las plantas en el laboratorio, comienza con la limpieza de las plantas, sacando la tierra que contienen, seguido se cortan las partes de las que requieren datos como las raíces, bulbo y hojas. Se toma el peso fresco de cada parte en la balanza analítica, teniendo en cuenta que son 5 plantas por cada tratamiento, recogéndo las en bolsas de papel. El total de plantas que se recogerán serán de 480 unidades, 80 plantas por cada uno de los 6 muestreos.

Se introduce las plantas en la estufa a 80 °C por 48 horas, en fundas de papel con su membrete, esto se lo realiza en cada muestreo de plantas. Luego de los 2 días se toma el peso para saber cuánto fue la deshidratación de la hortaliza. De los 5 pesos frescos y secos de cada tratamiento, se promedia para obtener un solo valor.

2.3.7. Evaluación de las variables agronómicas

Al final de la producción, tiempo de cosecha se procede obtener datos de las plantas de forma individual de cada tratamiento; las variables agronómicas son el largo de la raíz, número de raíces, altura de la planta, número de hojas, diámetro del cuello del cultivo y diámetro del bulbo, se promediarán los valores para obtener una media de cada variable de acuerdo al tratamiento que ha recibido.

2.4. Variables Experimentales

El proyecto fue realizado en laboratorio con equipos que se predisponían según el protocolo de las pruebas. Desde el día 10 fecha del trasplante se procede a realizar el muestreo de suelo y plantas, obteniendo un total de 6 muestreos hasta el día 113 fecha que se produjo la cosecha.

2.4.1. Evaluación de los parámetros físico-químico del suelo

2.4.1.1. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica, se procede a realizar a cada uno de las 6 fases, para obtener un equivalente y saber las diferentes reacciones de las enmiendas mediante el desarrollo del cultivo, en dos profundidades (15 y 30 cm).

2.4.1.2. Densidad Aparente

La densidad aparente se la obtiene mediante el método de la parafina, así obtener valores mediante el crecimiento de la planta y poder saber si se obtuvo significancia ante la presencia de las enmiendas en dos profundidades (0 - 15 a 15 - 30 cm).

2.4.1.3. Potencial de Hidrógeno

Con el potencial de hidrógeno, se obtendrá datos de las 6 fases y así tener constancia de cual fueron las reacciones que realizaron las enmiendas en las dos profundidades (15 y 30 cm).

2.4.1.4. Comparación de resultados del CIAP e INIAP pruebas Ce – Da - pH

Mediante la obtención de datos por análisis realizados por el INIAP, se procede a diferenciar los resultados obtenidos de la densidad aparente, potencial de hidrógeno y conductividad eléctrica correspondientes a la Fase 1 y la Fase 6, información realizada en el laboratorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena llamado “CIAP”.

2.4.1.5. Evaluación de las variables agronómicas de la planta de cebolla

Se toma 5 plantas de cada tratamiento para obtener el peso fresco y seco de las raíces, bulbo y hojas. Este muestreo de plantas se realiza durante todo el proceso de reproducción de la planta, es un total de 6 muestreos, por lo tanto, son 480 plantas de cebolla que se obtuvieron datos.

Seguido, se procede a medir el largo de la raíz, en el día 113 el cual se produjo la cosecha y así saber el tamaño de la raíz, añadiendo el número de raíces promediando entre 5 plantas por cada repetición, además también se obtendrá la altura de la planta (cm) midiendo desde la base donde se encuentra el bulbo hasta la punta de la última hoja del cultivo, el número de hojas que posee cada bulbo, el diámetro del falso cuello (cm) y el diámetro del bulbo (cm).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes párrafos se describirán los resultados y discusión que muestran variables cuantitativas y cualitativas que se aplicaron durante las fases del desarrollo del proyecto.

3.1. Evaluación de los parámetros del suelo

3.1.1. Conductividad Eléctrica (S/m)

En la tabla 12, se observan los andevas, (análisis de varianza) de la prueba de conductividad eléctrica de la primera profundidad (15 cm) y segunda profundidad (30 cm). Esto se realiza en base del tiempo del estudio, cuya duración fue de 4 meses, realizando en si 6 muestreos en donde se dividen en fases del desarrollo de la planta de cebolla, demostrando que no poseen diferencia significativa (NS) al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo la primera profundidad 21,87 % de coeficientes de variación y la segunda profundidad 20,66 %.

Tabla 12. Análisis de varianza de la Ce (S/m) - Prof. 1 - 2 (15 y 30 cm)

Profundidad	F.V.	G.L.	F/calculada	F/tabla	
				5%	1%
Prof.1	Tratamientos	3	0,64 NS	3,09	4,93
	C.V.	21,87 %			
Prof. 2	Tratamientos	3	0,84 NS	3,09	4,93
	C.V.	20,66 %			

En las siguientes tablas se observan los resultados de la prueba de significancia, en este caso se utilizó la prueba de Duncan al 5%, para diferenciar los efectos de las enmiendas en cada fase o muestreo de suelo, según lo que refleja la prueba de conductividad eléctrica, realizado en el laboratorio a base de las dos profundidades.

La tabla 13, muestra la evolución de las enmiendas en las 6 fases, realizadas en la profundidad 1 (15 cm), en lo que respecta la fase 3, muestra diferencia significativa entre las medias donde el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) y Tratamiento 1 (testigo)

mantiene una media de 0,38 S/m, seguido del Tratamiento 3 (CaO) diferenciándose por poseer 0,32 S/m y por último el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) obtuvo 0,48 S/m. Las fases 1,2,4,5,6 no son significativamente diferentes, manteniéndose en si dentro de los parámetros estadísticos.

Tabla 13. Análisis Duncan de la Ce (S/m) en las 6 Fases / Prof. 1 (15 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05	
1	Ác. húmicos/CaO	0,42	A	
	CaO	0,58	A	
	S/Producto	0,60	A	
	Ác. húmicos	0,68	A	
2	S/Producto	0,43	A	
	CaO	0,50	A	
	Ác. húmicos/CaO	0,52	A	
	Ác. húmicos	0,61	A	
3	CaO	0,32	A	
	Ác. húmicos	0,38	A	B
	S/Producto	0,38	A	B
	Ác. húmicos/CaO	0,48		B
4	Ác. húmicos/CaO	0,50	A	
	CaO	0,50	A	
	S/Producto	0,56	A	
	Ác. húmicos	0,58	A	
5	Ác. húmicos/CaO	0,37	A	
	Ác. húmicos	0,44	A	
	CaO	0,46	A	
	S/Producto	0,51	A	
6	Ác. húmicos/CaO	0,30	A	
	Ác. húmicos	0,36	A	
	CaO	0,36	A	
	S/Producto	0,41	A	

En la figura 5, se demuestra la evolución de las enmiendas de acuerdo al tiempo del desarrollo del cultivo y rango de la conductividad eléctrica, de la Profundidad 1. Observando y describiendo resultados de la Fase 6, detallando que el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) y el Tratamiento 3 (CaO) constan de 0,36 S/m de conductividad eléctrica, seguido del Tratamiento 1 (testigo) que posee 0,41 S/m seguido del Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) el cual posee 0,30 S/m.

Es decir, la enmienda que más redujo la conductividad eléctrica fue el Tratamiento 2 (Ác. húmicos), ya que en la Fase 1 obtenía 0,68 S/m finalizando con 0,35 S/m presentando el 33% de reducción, tal y como dice (Dimas, 2009) los ácidos húmicos son sustancias que ayudan a mejorar los parámetros físicos y químicos del suelo, como la conductividad eléctrica, ya que ayuda a disminuir las sales y previenen de futuras toxicidades.

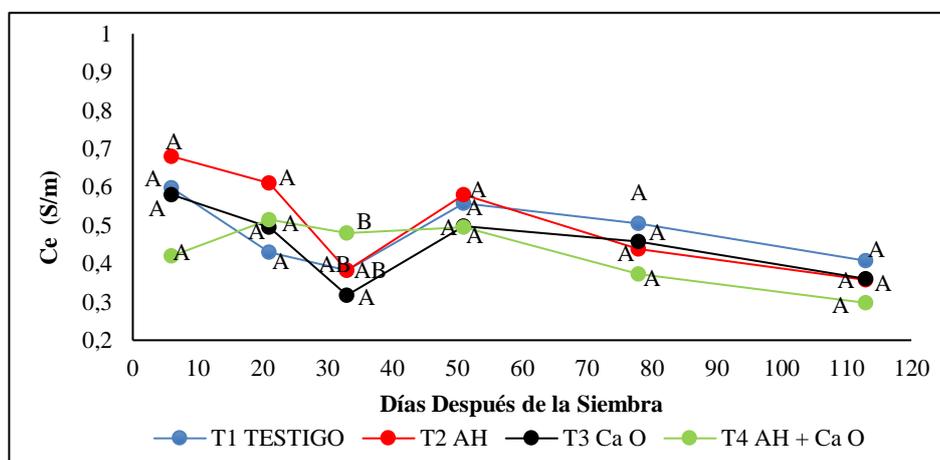


Figura 5. Evolución de la Ce (S/m) / Prof. 1 (15 cm)

La tabla 14, muestra la influencia de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica en la profundidad 2 (30 cm), demostrando según la prueba de significancia que todas las fases poseen comportamientos estadísticamente iguales al 5% según la prueba de Duncan.

Tabla 14. Análisis Duncan de la Ce (S/m) en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05
1	Ác. húmicos/CaO	0,44	A
	CaO	0,57	A
	S/Producto	0,60	A
	Ác. húmicos	0,61	A
2	S/Producto	0,46	A
	CaO	0,53	A
	Ác. húmicos	0,55	A
	Ác. húmicos/CaO	0,56	A
3	CaO	0,36	A
	Ác. húmicos	0,39	A
	S/Producto	0,43	A
	Ác. húmicos/CaO	0,45	A

continuación...

Tabla 14. Análisis Duncan de la Ce (S/m) en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05
4	CaO	0,45	A
	Ác. húmicos/CaO	0,47	A
	Ác. húmicos	0,53	A
	S/Producto	0,57	A
5	Ác. húmicos/CaO	0,37	A
	S/Producto	0,48	A
	CaO	0,48	A
	Ác. húmicos	0,53	A
6	Ác. húmicos/CaO	0,26	A
	Ác. húmicos	0,35	A
	CaO	0,36	A
	S/Producto	0,36	A

En la figura 6, se puede evidenciar el desempeño de las enmiendas, el rango de la conductividad eléctrica de la Profundidad 2 (30 cm). Las curvas de desempeño muestran la evolución de los tratamientos; en la Fase 6, el Tratamiento 1 (testigo) con 0,36 S/m, Tratamiento 3 (CaO) posee 0,36 S/m seguido del Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 0,35 S/m. No obstante, los valores del Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) fueron de 0,26 S/m. Todos los tratamientos señalan mejoría al bajar el rango de conductividad eléctrica en el ciclo de cosecha de la cebolla, del cual no se comparte con la teoría de (Loja & Méndez, 2015) ya que señalan que los efectos de las enmiendas para el suelo, en su primer año de aplicación en cultivos de ciclo corto no producen ninguna mejoría en producción, recalcando que la mayor efectividad se evidencian al segundo año.

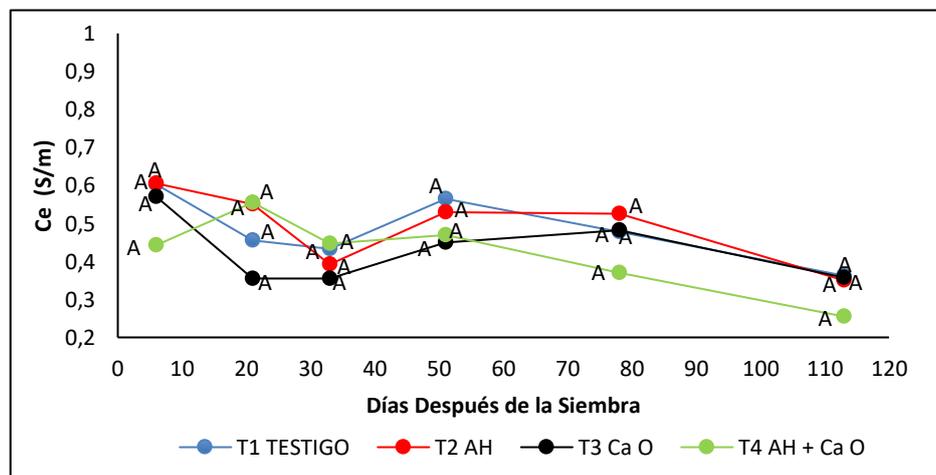


Figura 6. Evolución de la Ce (S/m) / Prof. 2 (30 cm)

Según Ramos (2015), el suelo apto para el cultivo de cebolla es el que posee una conductividad eléctrica de 1,2 dS/m asegurando el 90% del rendimiento ya que si se llega a incrementar este factor (C_e), el rendimiento tiende a menorar en conjunto a esta explicación se concreta en la tabla 15, que el tratamiento 2 (Ác. húmicos) logro disminuir la conductividad eléctrica, de 0,60 S/m a 0,35 S/m; primera profundidad (15 cm) y en la segunda profundidad 0,61 S/m a 0,36 S/m. De esta manera se prueba que los ácidos húmicos ayudan a equilibrar las propiedades químicas del suelo.

Tabla 15. Diferencias de la C_e (S/m) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm)

Tratamientos	15 cm		30 cm	
	C_{e_o} (S/m)	C_{e_f} (S/m)	C_{e_o} (S/m)	C_{e_f} (S/m)
Tratamiento 1. (testigo)	0,60	0,40	0,60	0,36
Tratamiento 2. (Ác. húmicos)	0,68	0,35	0,61	0,36
Tratamiento 3. (CaO)	0,58	0,35	0,57	0,36
Tratamiento 4. (Ác. húmicos/CaO)	0,42	0,29	0,44	0,26

3.1.2. Densidad Aparente

El andeva en estudio sobre la Densidad Aparente, se muestra en la tabla 16 observándose las dos profundidades 15 cm a 30 cm, realizada en función al tiempo del sembrío de cebolla, demostrando que la profundidad 1 (15 cm) si posee diferencia altamente significativa al 5% y 1% con respecto a la F calculada obteniendo el coeficiente de variación de 11,64 %. La segunda profundidad no posee diferencia significativa (NS) al 5% con respecto a la F calculada, manteniendo así 22,43 % de coeficiente de variación.

Tabla 16. Análisis de varianza de la Da (Mg/t) - Prof. 1 -2 (15 y 30 cm)

Profundidad	F.V.	G.L.	F/calculada	F/tabla	
				5%	1%
Prof.1	Tratamientos	3	15,8**	3,09	4,93
	C.V.	11,64 %			
Prof. 2	Tratamientos	3	1,44 NS	3,09	4,93
	C.V.	22,43 %			

La tabla 17, muestra la existencia de diferencias significativas entre fases de la densidad aparente, Profundidad 1 (15 cm). Existen 3 fases con diferencias, como la Fase 1, conteniendo el Tratamiento 1 (testigo) que posee 1,21 Mg/t diferenciándose con el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con el 1,34 Mg/t, el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 1,72 Mg/t y el Tratamiento 3 (CaO) con 1,91 Mg/t, así mismo la Fase 5 mostrando diferencia estadística según los rangos que posee el Tratamiento 1 (testigo) con 1,05 Mg/t, el tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 1,44 Mg/t seguido del Tratamiento 3 (CaO) con 1,67 Mg/t además del Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 1,71 Mg/t. La última fase es la 6, diferenciándose del Tratamiento 1 (testigo) con 1,39 Mg/t, el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con el 1,77 Mg/t, el Tratamiento 3 (CaO) con el 1,10 Mg/t y el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 1,40 Mg/t. Las fases 2,3,4 no son significativamente diferentes, manteniéndose.

Tabla 17. Análisis Duncan de la Da (Mg/t) en las 6 fases / Prof. 1 (15 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05	
1	S/Producto	1,21	A	
	Ác. húmicos	1,34	A	B
	Ác. húmicos/CaO	1,72	A	B
	CaO	1,91		B
2	Ác. húmicos	1,06	A	
	S/Producto	1,06	A	
	CaO	1,06	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,23	A	
3	S/Producto	1,35	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,53	A	
	Ác. húmicos	1,68	A	
	CaO	1,75	A	

continuación...

Tabla 17. Análisis Duncan de la Da (Mg/t) en las 6 fases / Prof. 1 (15 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05	
4	S/Producto	1,21	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,33	A	
	Ác. húmicos	1,37	A	
	CaO	1,50	A	
5	S/Producto	1,05	A	
	Ác. húmicos	1,44	A	B
	CaO	1,67	B	
	Ác. húmicos /CaO	1,71	B	
6	CaO	1,10	A	
	S/Producto	1,39	A	B
	Ác. húmicos /CaO	1,40	A	B
	Ác. húmicos	1,77	B	

La figura 7, muestra la evolución de los datos obtenidos en laboratorio realizando la prueba de la parafina, por lo que se puede constatar que en la Fase 6 del Tratamiento 1 (testigo) poseen el 1,39 Mg/t, el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con el 1,40 Mg/t seguido del Tratamiento 2 (Ác. húmicos) obteniendo una Da de 1,77 Mg/t y el Tratamiento 3 (CaO) con 1,1 Mg/t. En la gráfica se demuestra que los tratamientos que estuvieron acorde a la densidad aparente del suelo fueron los Tratamiento 3 con el 81% de reducción y Tratamiento 4 con el 43%, esto afirma que la enmienda oxido de calcio (CaO) ayuda a disminuir y regular la densidad del suelo, mejorándola de una forma más rápida por sus reacciones químicas, según dice la literatura de (Latam, 2017).

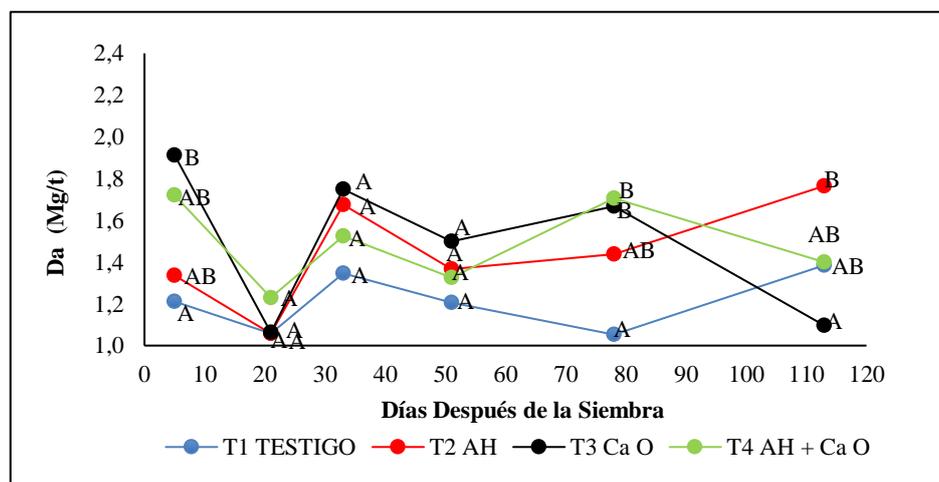


Figura 7. Evolución de la Da (Mg/t) / Prof. 1 (15 cm)

La tabla 18, detalla las irregularidades de las enmiendas, de las distintas fases de la profundidad 2/Da. Se evidencia que existen tres fases con diferencias significativas de acuerdo a las medias, como son; la Fase 1 con el Tratamiento 3 (CaO) posee 2,07 Mg/T, en la Fase 5 diferenciándose entre los Tratamientos 2 (Ác. húmicos) con 1,15 Mg/t, Tratamiento 3 (CaO) con 1,76 Mg/t y Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 1,85 Mg/t por último se encuentra la Fase 6 obteniendo diferencias únicamente en el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) poseyendo 2,11 Mg/t. Las fases que se mantuvieron sin diferencias, fueron las fases; 2,3 y 4.

Tabla 18. Análisis Duncan de la Da (Mg/t) en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05	
1	S/Producto	1,15	A	
	Ác. húmicos	1,17	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,50	A	
	CaO	2,07	B	
2	Ác. húmicos/CaO	1,06	A	
	S/Producto	1,06	A	
	CaO	1,06	A	
	Ác. húmicos	1,12	A	
3	CaO	1,44	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,45	A	
	Ác. húmicos	1,63	A	
	S/Producto	1,71	A	
4	S/Producto	1,22	A	
	Ác. húmicos/CaO	1,23	A	
	Ác. húmicos	1,36	A	
	CaO	1,52	A	
5	S/Producto	1,03	A	
	Ác. húmicos	1,15	A	B
	CaO	1,76	B	C
	Ác. húmicos/CaO	1,85		C
6	CaO	1,32	A	
	S/Producto	1,38	A	
	Ác. húmicos	1,63	A	
	Ác. húmicos/CaO	2,11	B	

La figura 8, muestra la evolución de las enmiendas junto a la Densidad Aparente – Profundidad 2 (30 cm) / Fase 6, se obtuvo que el Tratamiento 3 (CaO) contiene 1,32 Mg/t seguido del Tratamiento 1 (testigo) que posee 1,38 Mg/t, el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) obtienen 1,63 Mg/t y el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 2,11 g/cm³ Da. Demostrando que los tratamientos que obtuvieron una densidad aparente adecuada para el cultivo fue el Tratamiento 3 mejorando la estructura de los suelos.

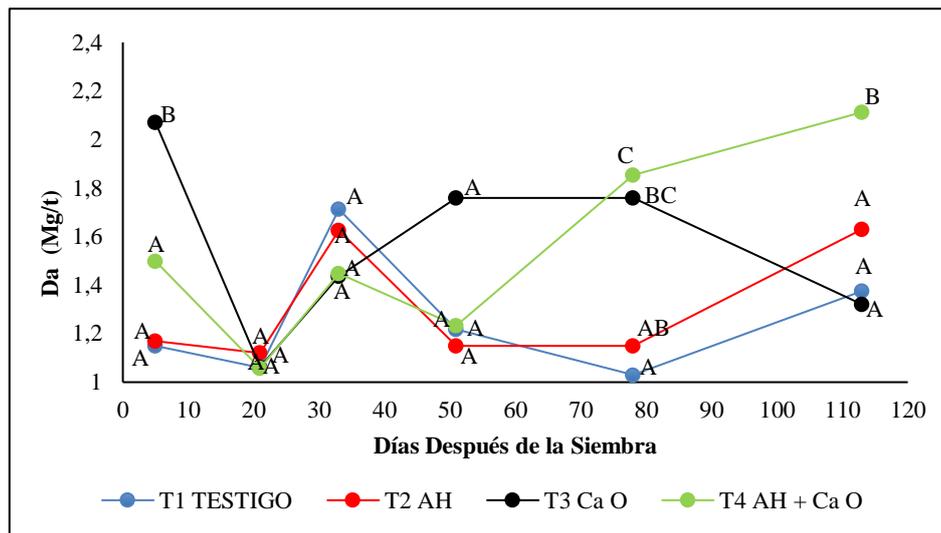


Figura 8. Evolución de la Da (Mg/t) / Prof. 2 (30 cm)

La densidad aparente, es la base para describir el tipo de estructura que posee el suelo, ya que puede ser clasificado como muy suelto con 1,1 Mg/t o como suelo compacto no apto para la siembra con 1,8 Mg/t, por lo tanto el óxido de calcio (CaO) ha demostrado ser una enmienda efectiva para suelos con problemas de densidad ya que realizan efectos rápidos por sus reacción químicas lo afirma (Fernández, 2017) según la literatura se puede decir que el tratamiento 3 (CaO) logro disminuir la densidad aparente de la primera profundidad (15 cm) con Da inicial de 1,91 Mg/t a 1,10 Mg/t y en la segunda profundidad con 2,07 Mg/t a 1,32 Mg/t de esta manera se prueba que el oxido de calcio inicia su acción a menos tiempo, detallado en la tabla 19.

Tabla 19. Diferencias de la Da (Mg/t) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm)

Tratamientos	15 cm		30 cm	
	Da _o (Mg/t)	Da _f (Mg/t)	Da _o (Mg/t)	Da _f (Mg/t)
Tratamiento 1. (testigo)	1,2	1,3	1,1	1,3
Tratamiento 2. (Ác. húmicos)	1,3	1,7	1,1	1,6
Tratamiento 3. (CaO)	1,9	1,1	2,0	1,3
Tratamiento 4. (Ác. húmicos/CaO)	1,7	1,4	1,5	2,1

3.1.3. Potencial de Hidrógeno

La tabla 20, describe los andevas del potencial de hidrógeno (análisis de varianza), de la primera y segunda profundidad (15 cm – 30 cm) realizado en los 4 meses del proyecto, demostrando que no poseen diferencia significativa (NS) al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo así dos coeficientes de variación; primera profundidad 3,3% y la segunda profundidad 3,05%.

Tabla 20. Análisis de varianza del pH - Prof. 1 – 2 (15 - 30 cm)

Profundidad	F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
				5%	1%
Prof.1	Tratamientos	3	0,24 NS	3,09	4,93
	C.V.	3,3			
Prof. 2	Tratamientos	3	0,23 NS	3,09	4,93
	C.V.	3,04			

La tabla 21, muestra el comportamiento de las enmiendas en las 6 distintas fases de la Profundidad 1, para así demostrar detalladamente la evolución. Lo que se puede constatar que la Fase 1, Fase 2, Fase 3, Fase 4, Fase 5 y Fase 6 no poseen diferencias significativas.

Tabla 21. Análisis Duncan del pH en las 6 fases / Prof. 1 (15 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05
1	Ác. húmicos	8,40	A
	S/Producto	8,46	A
	CaO	8,48	A
	Ác. húmicos/CaO	8,70	A
2	CaO	8,38	A
	Ác. húmicos/CaO	8,43	A
	Ác. húmicos	8,46	A
	S/Producto	8,61	A
3	CaO	8,55	A
	S/Producto	8,59	A
	Ác. húmicos/CaO	8,66	A
	Ác. húmicos	8,70	A
4	S/Producto	8,01	A
	CaO	8,16	A
	Ác. húmicos	8,16	A
	Ác. húmicos/CaO	8,40	A
5	S/Producto	8,09	A
	Ác. húmicos/CaO	8,11	A
	CaO	8,26	A
	Ác. húmicos	8,28	A
6	S/Producto	7,85	A
	Ác. húmicos	7,94	A
	CaO	8,02	A
	Ác. húmicos/CaO	8,14	A

La figura 9, se detallan los valores obtenidos del laboratorio sobre la prueba del potencial de hidrogeno. Los resultados que se detallaran son los de la fase 6, demostrando que el Tratamiento 1 (testigo) posee 7,85 de pH, el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 7,94 pH, el Tratamiento 3 (CaO) con 8,02 y el último Tratamiento 4 (Ác. húmicos /CaO) presentando 8,14 pH. Se puede constatar que la enmienda que pudo reducir y equilibrar el pH en el suelo fue el Tratamiento 4 (Ác. húmicos /CaO) como se observa la unión de la enmienda Huma K y Manvert Sal, obtuvieron el 56% de reducción entre el pH_o de 8,70 y pH_f de 8,14.

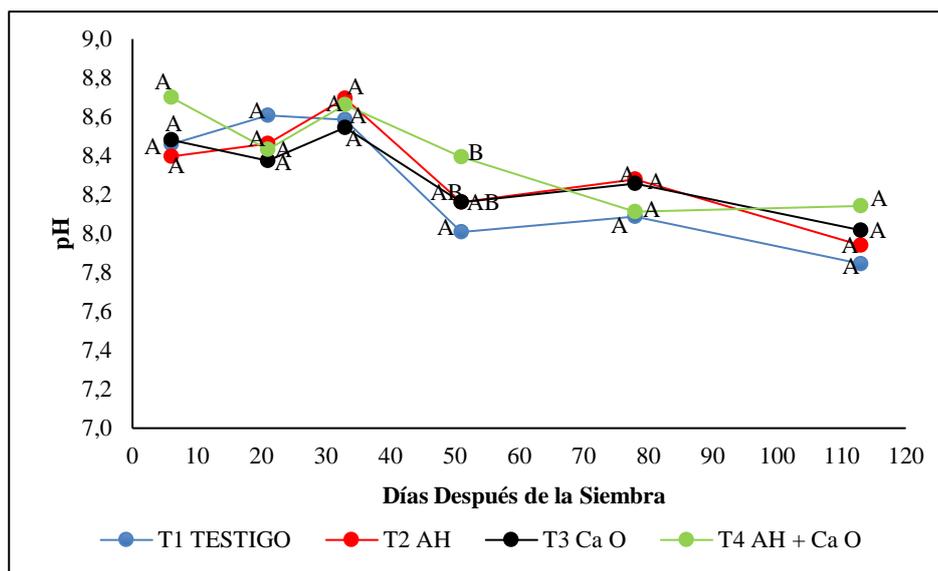


Figura 9. Evolución del pH / Prof. 1 (15 cm)

La tabla 22, detalla que no existe diferencia significativa en la Fase 1, Fase 2, Fase 3, Fase 4, Fase 5 y Fase 6 de la profundidad 2 (30 cm) manteniendo sus medias de acuerdo a los resultados del potencial de hidrógeno.

Tabla 22. Análisis Duncan del pH en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05
1	S/Producto	8,38	A
	Ác. húmicos	8,51	A
	CaO	8,53	A
	Ác. húmicos/CaO	8,57	A
2	Ác. húmicos/CaO	8,33	A
	CaO	8,34	A
	S/Producto	8,47	A
	Ác. húmicos	8,53	A
3	S/Producto	8,46	A
	CaO	8,47	A
	Ác. húmicos/CaO	8,57	A
	Ác. húmicos	8,64	A
4	S/Producto	7,96	A
	CaO	8,12	A
	Ác. húmicos	8,20	A
	Ác. húmicos/CaO	8,29	A

continuación...

Tabla 22. Análisis Duncan del pH en las 6 fases / Prof. 2 (30 cm)

Fases	Tratamientos	Medias	Significancia ≤ 0.05
5	Ác. húmicos/CaO	8,17	A
	CaO	8,20	A
	S/Producto	8,25	A
	Ác. húmicos	8,38	A
6	Ác. húmicos	7,77	A
	S/Producto	7,80	A
	CaO	7,98	A
	Ác. húmicos/CaO	8,09	A

La figura 10, muestra el desarrollo del potencial de hidrógeno (pH) mediante curvas de la fase 6, es así que el Tratamiento 1 (testigo) posee 7,8 pH, el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 7,77 pH, el Tratamiento 3 (CaO) consta de 7,98 y el último Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 8,09. En conclusión, todas las enmiendas funcionaron para reducir el pH del suelo, pero el Tratamiento 2 (Ác. Húmicos) obtuvo el 74% de reducción entre el resultado de la fase 1 que fue pH_o 8,51 al pH_f 7,77. Esto afirma (Hirzel & Salazar, 2011) ya que menciona que mientras el suelo este nutrido con enmiendas, este recurso natural va estar activo, manteniendo la vida microbiana y mejorando los factores físico-químicos.

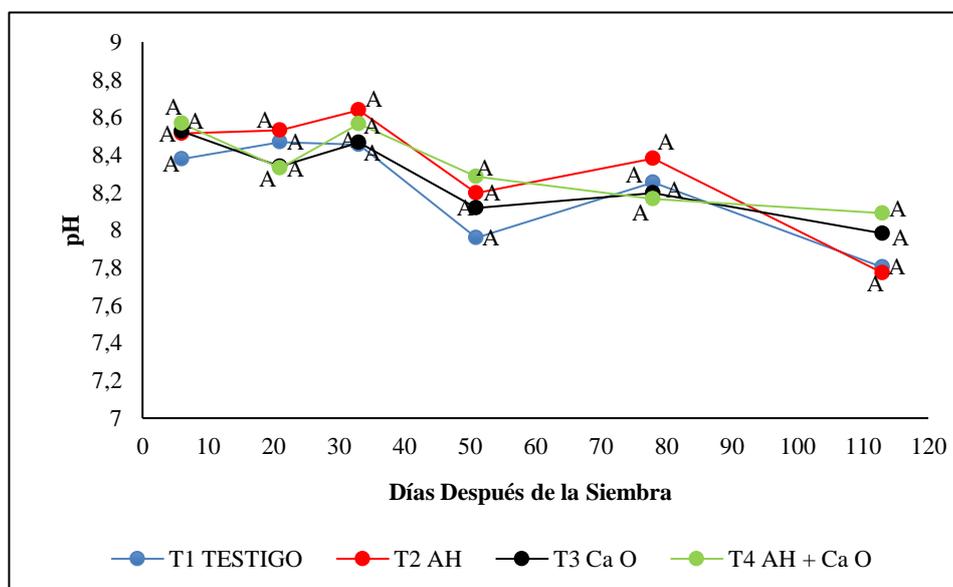


Figura 10. Evolución del pH / Prof. 2 (30 cm)

Los ácidos húmicos según (Rodríguez, 2015), son las principales sustancias encargadas a mejor gran cantidad de desbalances en el suelo, mejorando la estructura del suelo por medio de la ionización de quelatos, sometiendo al suelo en un proceso de oxidación manteniendo así en rangos adecuados o equilibrados como en este caso la salinidad y el pH. de tal manera que afirma esta teoría, ya que se obtuvo reducción del pH con la utilización de los ácidos húmicos en la primera profundidad (15 cm) con el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) y segunda profundidad (30 cm) con el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) manteniéndose así en el rango de pH apto para el cultivo provisto en el ensayo, los resultados se encuentran en la tabla 23.

Tabla 23. Diferencias de la Da (Mg/t) - Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm)

Tratamientos	15 cm		30 cm	
	pH _o	pH _f	pH _o	pH _f
Tratamiento 1. (testigo)	8,46	7,85	8,38	7,80
Tratamiento 2. (Ác. húmicos)	8,40	7,94	8,51	7,77
Tratamiento 3. (CaO)	8,48	8,02	8,53	7,98
Tratamiento 4. (Ác. húmicos/CaO)	8,70	8,14	8,57	8,09

3.1.4. Comparación de resultados de pruebas Ce – Da - pH con análisis realizados por el INIAP

Las siguientes figuras detallan las diferencias que existen entre resultados obtenidos del laboratorio con los datos que se obtuvieron del INIAP, pudiendo observar el porcentaje de diferencia. Es importante recalcar que solo se diferencian dos tipos de fases la cuales son Fase 1 y Fase 6 con los 3 tratamientos existentes; Tratamiento 2 (Ác. húmicos), Tratamiento 3 (CaO) y el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO), con dos profundidades (15 a 30 cm). Además, las diferencias existentes son entre décimas representando en los gráficos 10 unidades en porcentaje.

La tabla 24 y figura 11, se observan los resultados de la prueba de conductividad eléctrica, Fase 1, dando de diferencia el 35% profundidad (15 cm) y el 41% en profundidad 2 (30 cm) es decir los valores obtenidos del laboratorio del CIAP tiene el 38% de diferencia a los resultados del laboratorio del INIAP.

Tabla 24. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Ce Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

Profundidad	T1		T2		T3		T4	
	Testigo	Difer.	A.H.	Difer.	CaO	Difer.	A.H.+CaO	Difer.
Ce Prof1	0,49		0,57		0,66		0,42	
INIAP1	0,82	33%	1,03	46%	1,06	40%	0,64	22%
Ce Prof2	0,49		0,58		0,62		0,44	
INIAP2	0,88	39%	1,07	49%	1,24	62%	0,56	12%

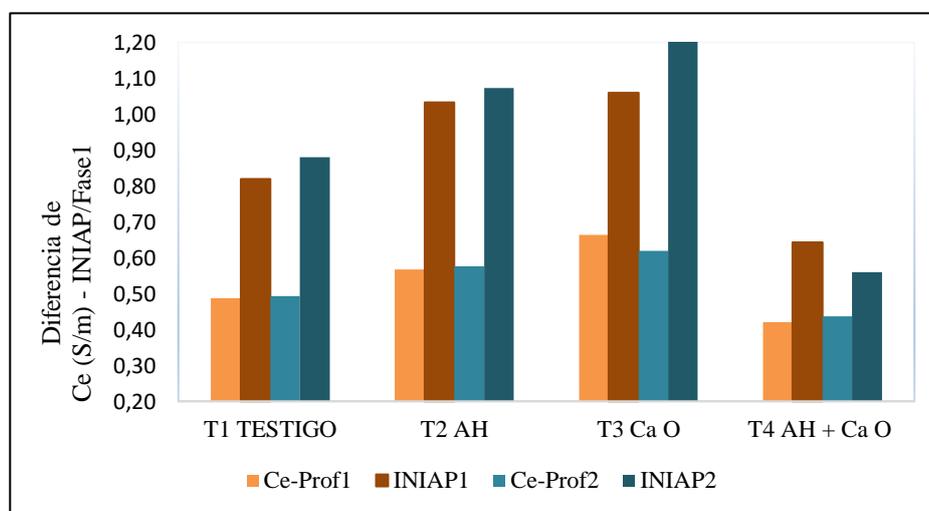


Figura 11. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Ce Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

La tabla 25 y figura 12, demuestran los resultados de la prueba de conductividad eléctrica (S/m) de la Fase 6, mostrando comparación con resultados del INIAP. La diferencia en la profundidad (15 cm) fue del 32% y el 19% de la profundidad 2 (30 cm) es decir que consta el 25% de diferencia total de los valores obtenidos del laboratorio.

Tabla 25. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Ce Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

Profundidad	T1		T2		T3		T4	
	Testigo	Difer.	A.H.	Difer.	CaO	Difer.	A.H.+CaO	Difer.
Ce Prof1	0,43	24%	0,36	11%	0,37	55%	0,31	36%
INIAP1	0,67		0,47		0,92		0,67	
Ce Prof2	0,38	20%	0,35	5%	0,39	18%	0,25	32%
INIAP2	0,58		0,40		0,57		0,57	

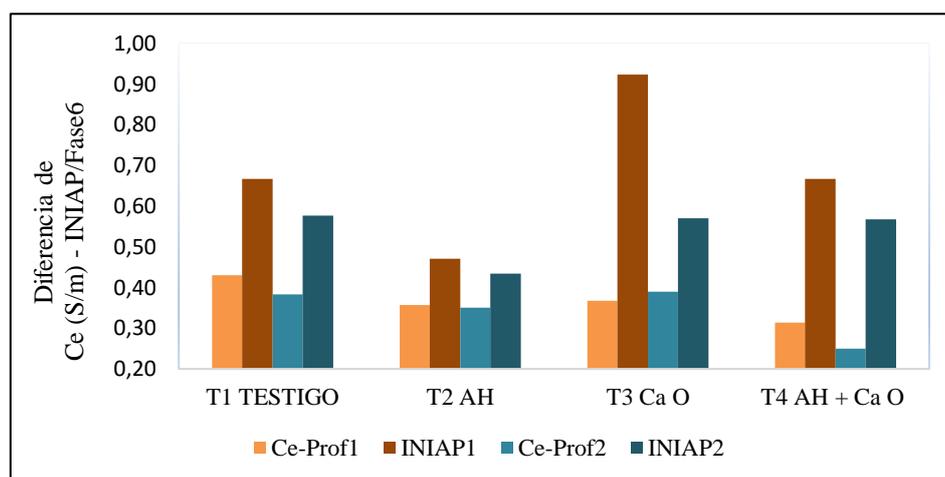


Figura 12. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Ce Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

Los datos de la densidad aparente, se compara los resultados del laboratorio CIAP entre el INIAP. En la tabla 26 y figura 13, muestra la diferencia de 16,8% profundidad 1 (15 cm) y el 33% en profundidad 2 (30 cm) es decir constan del 25% de diferencia entre las dos profundidades en estudio.

Tabla 26. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Da Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

Profundidad	T1		T2		T3		T4	
	Testigo	Difer.	A.H.	Difer.	CaO	Difer.	A.H.+CaO	Difer.
Da Prof1	1,1	37%	1,4	0%	1,9	20%	1,8	10%
INIAP1	1,5		1,4		1,7		1,7	
Da Prof2	1,2	30%	1,1	40%	2,1	60%	1,6	0%
INIAP2	1,5		1,5		1,5		1,6	

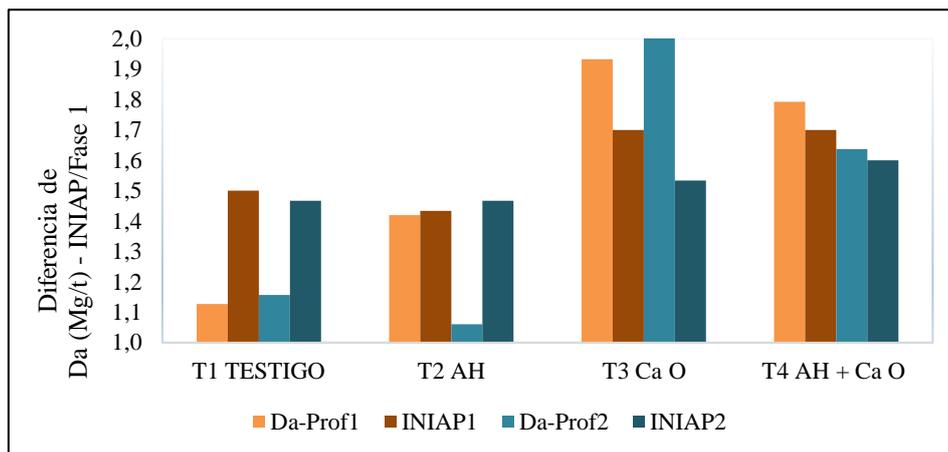


Figura 13. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Da Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

La tabla 27 y figura 14, muestran resultados de la prueba de densidad aparente (Mg/t), Fase 6. Comprobando que la profundidad 1 (15 cm) posee 17,5% diferencia y la profundidad 2 (30 cm) el 35% entre datos de las pruebas finales. Esto resalta que los valores poseen el 26% total en ambas profundidades diferenciándose por décimas.

Tabla 27. Diferencias de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/Da Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

Profundidad	T1 Testigo		T2 A.H.		T3 CaO		T4 A.H.+CaO	
	Da Prof1	Difer.	Da Prof1	Difer.	Da Prof1	Difer.	Da Prof1	Difer.
Da Prof1	1,3	0%	1,7	10%	1,1	50%	1,4	10%
INIAP1	1,3	0%	1,6	10%	1,6	50%	1,5	10%
Da Prof2	1,4	0%	1,7	40%	1,3	40%	2,2	60%
INIAP2	1,4	0%	1,3	40%	1,7	40%	1,6	60%

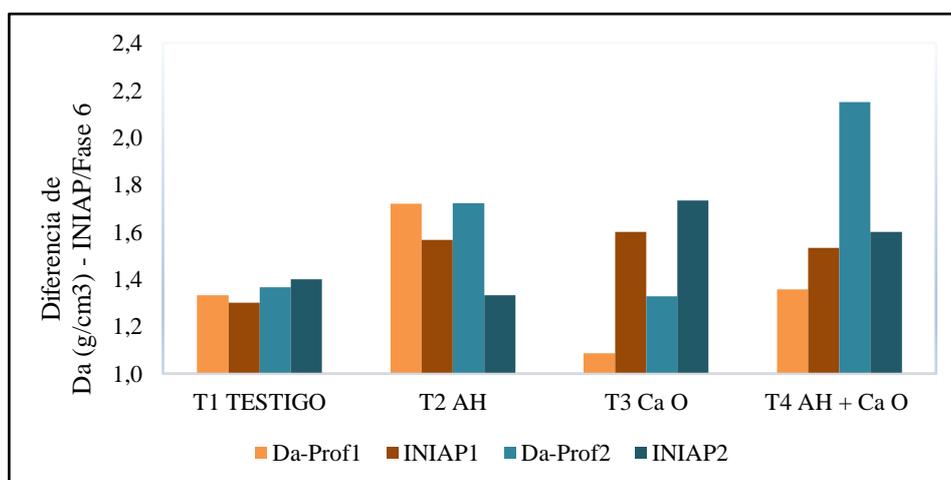


Figura 14. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/Da Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

El potencial de hidrógeno también compara los resultados establecidos por el INIAP de la Fase 1, dependiendo de la tabla 28 y Figura 15. Se observa que la profundidad 1 obtienen el 33% de diferencia en y el 43% en la profundidad 2, resaltando que la media de diferencia entre las dos profundidades es del 38%, estipulando que los resultados se asemejan, diferenciándose por décimas.

Tabla 28. Diferencia de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/pH Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

Profundidad	T1		T2		T3		T4	
	Testigo	Difer.	A.H.	Difer.	CaO	Difer.	A.H.+CaO	Difer.
pH Prof1	8,7		8,5		8,40		8,70	
INIAP1	7,9	20%	8,0	50%	8,00	40%	7,90	20%
pH Prof2	8,6		8,6		8,50		8,50	
INIAP2	7,9	30%	8,0	40%	8,00	50%	8,00	50%

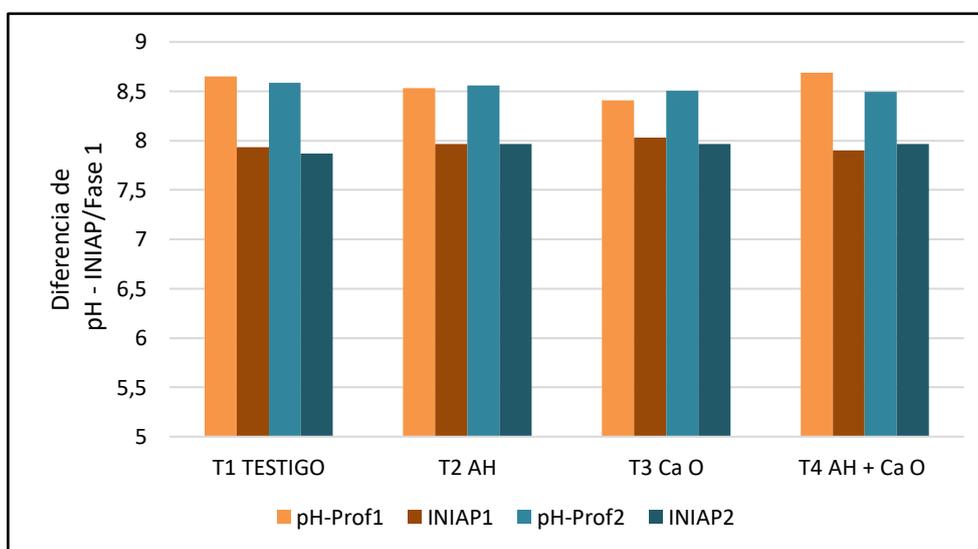


Figura 15. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/pH Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 1

La tabla 29 y la figura 16, se detalla la comparación de los resultados del potencial de hidrogeno con datos establecidos por el INIAP correspondiendo a la Fase 6, del cual se obtienen diferencias del 3% en la profundidad 1 (15 cm) y 18% en profundidad 2 (30 cm) por lo tanto, se establece que la media de diferencia entre los valores es del 10%.

Tabla 29. Diferencia de resultados del laboratorio CIAP e INIAP/pH Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

Profundidad	T1		T2		T3		T4	
	Testigo	Difer.	A.H.	Difer.	CaO	Difer.	A.H.+CaO	Difer.
pH Prof1	7,9	0%	7,9	0%	8,1	0%	8,2	10%
INIAP1	7,9		7,9		8,1		8,3	
pH Prof2	7,9	10%	7,7	30%	8,0	20%	8,1	10%
INIAP2	8,0		8,0		8,2		8,2	

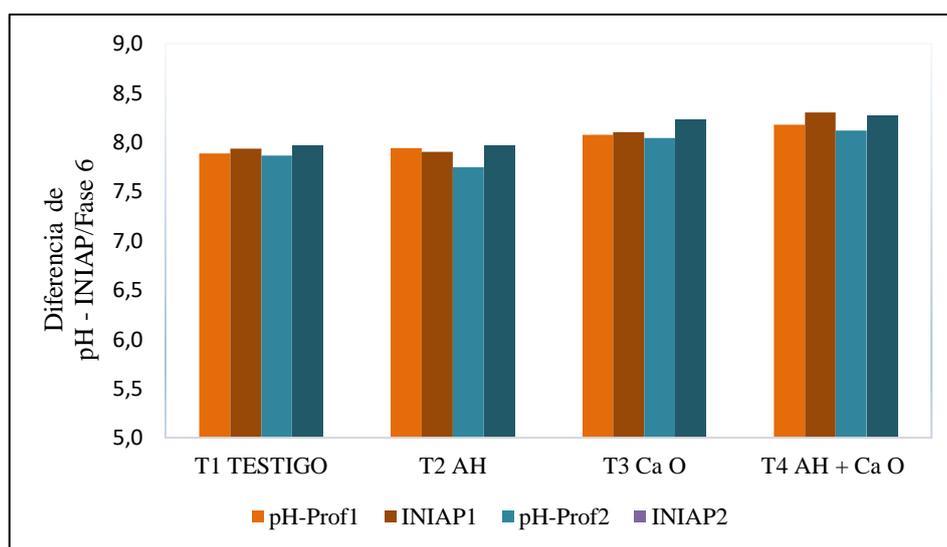


Figura 16. Diferencias de valores del laboratorio CIAP e INIAP/pH Prof. 1 (15 cm) – Prof. 2 (30 cm) / Fase 6

3.1.5. Evaluación de las variables agronómicas de la planta de cebolla

Se evaluó el peso fresco y peso seco del cultivo de cebolla, para obtener el rendimiento de las enmiendas según; Tratamiento 1 (testigo), Tratamiento 2 (Ác. húmicos), Tratamiento 3 (CaO) y el Tratamiento 4 (A. Húmicos/CaO) obteniendo datos de las raíces, bulbos y hojas de esta manera procesar la información mediante andevas y demostrar si existe diferencia significativa.

En la tabla 30, el andeva del peso fresco de raíces de la fase 6, demostrando que posee diferencia altamente significativa al 5% y 1% con respecto a la F calculada, obteniendo así 29,83 % de coeficiente de variación.

Tabla 30. Análisis de varianza del Peso Fresco de Raíces / Fase 6

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	10,40**	3,49	5,95
C.V.	29,83 %			

La figura 17 y 18, muestran los rendimientos y evolución de acorde a el crecimiento de la planta de cebolla y del manejo de la prueba de significancia de Duncan, del cual se determina que el Tratamiento 4 (Ác. húmicos /CaO) obtuvo 0,73 g de raíces, siendo el valor predominante, seguido por el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 0,64 g; los pesos que fueron con menor densidad fueron el Tratamiento 3 (CaO) con 0,36 g. y el Tratamiento 1 (testigo) con 0,23 g.

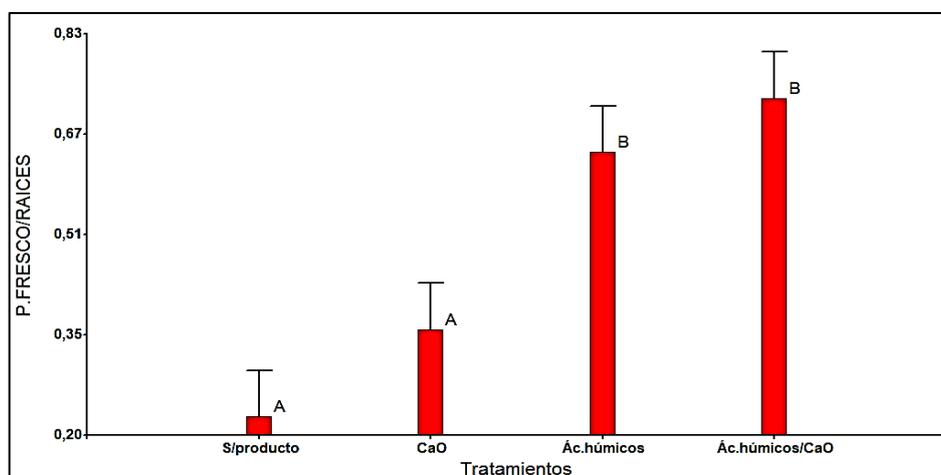


Figura 17. Análisis de significancia del Peso Fresco de Raíces / Fase 6

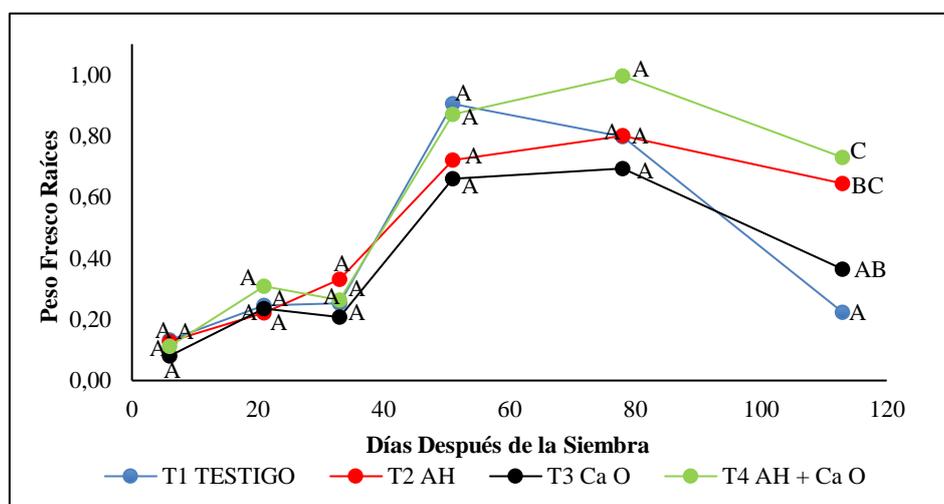


Figura 18. Evolución del Peso Fresco Raíces acorde a las enmiendas

El andeva de la tabla 31, se detalla el peso fresco de hojas, fase 6. Este contenido es evaluado por el crecimiento de la planta, demostrando que no posee diferencia significativa (NS) al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo el coeficiente de variación de 21,02 %.

Tabla 31. Análisis de varianza del Peso Fresco de Hojas / Fase 6

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	1,00 NS	3,49	5,95
C.V.	21,02 %			

La figura 19 y 20, se detallan los rendimientos según la prueba de Duncan, determinando que tratamiento obtuvo mayor densidad de hojas evaluando el peso en la Fase 6. El Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con el 57,83 g, el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con 53,70 g seguido con el Tratamiento 1 (testigo) presentando el 50,73 g de hojas y el Tratamiento 3 (CaO), obtuvo menos rendimiento con el 44,90 g.

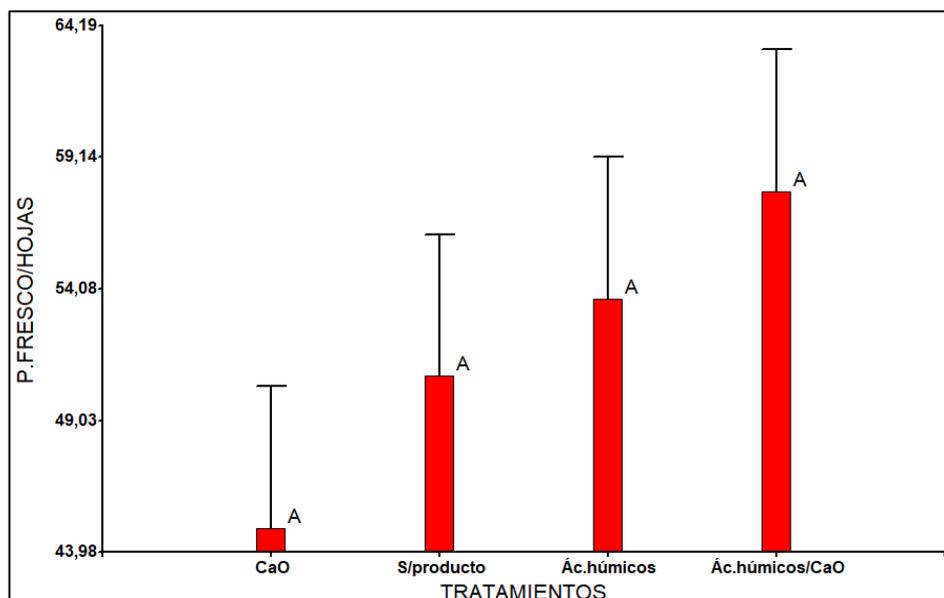


Figura 19. Análisis de significancia del Peso Fresco de Hojas / Fase 6

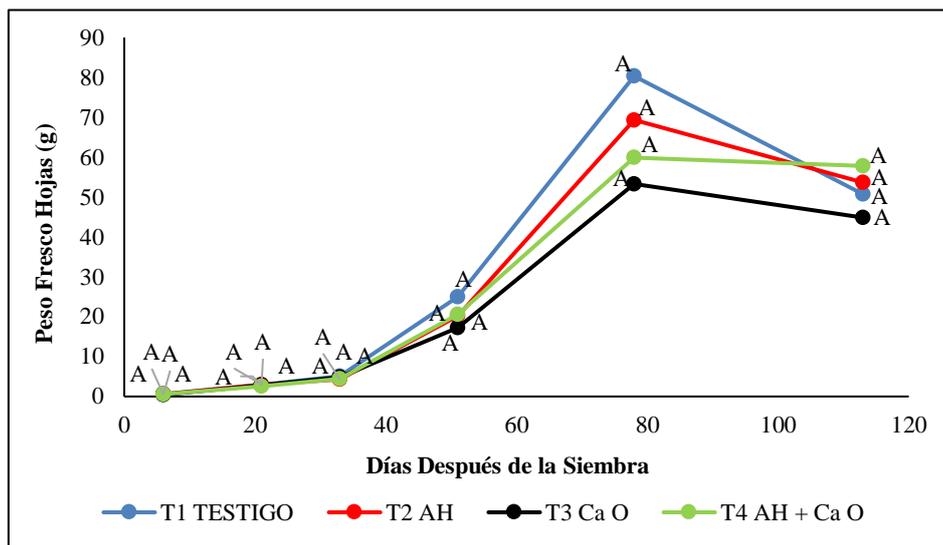


Figura 20. Evolución del Peso Fresco Hojas acorde a las Enmiendas

En la tabla 32, se observa el andeva del Peso Fresco del bulbo, este contenido se realizó solo con datos de la Fase 6, demostrando que poseen diferencia significativa al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo así 27,47 % de coeficiente de variación.

Tabla 32. Análisis de varianza del Peso Fresco del Bulbo / Fase 6

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	3,90*	3,49	5,95
C.V.	27,47 %			

La figura 21 y 22, detallan el peso del bulbo en estado fresco y evolución de las enmiendas de acuerdo a la prueba de Duncan en la Fase 6, demostrando que el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) obtuvo una media de 312,96 g., seguido por el Tratamiento 3 (CaO) con el 269,73 g. y el Tratamiento 1 (testigo) con 264,98 g. El tratamiento con menos espesor de bulbo fue el 4 (Ác. húmicos/CaO), presentando el rendimiento de 153,75 g.

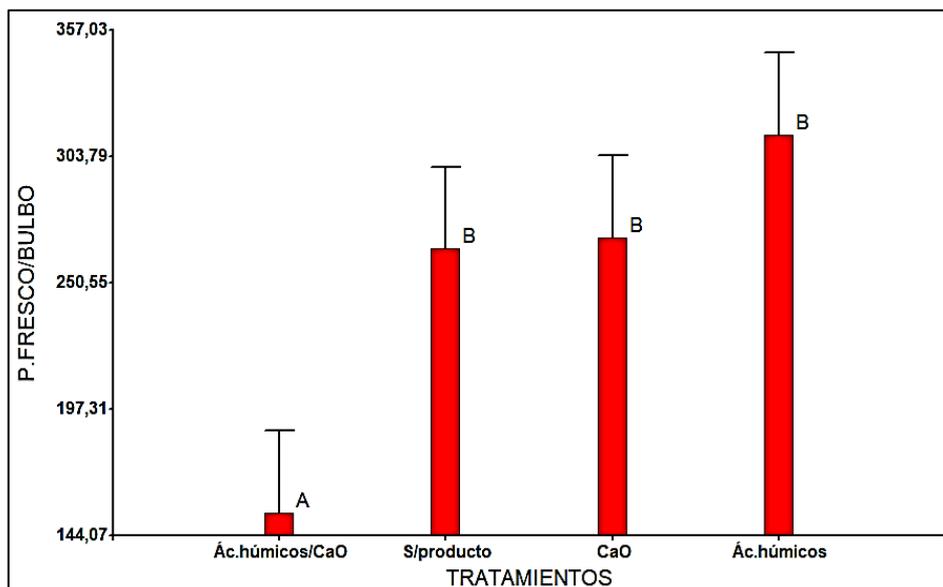


Figura 21. Análisis de significancia del Peso Fresco del Bulbo / Fase 6

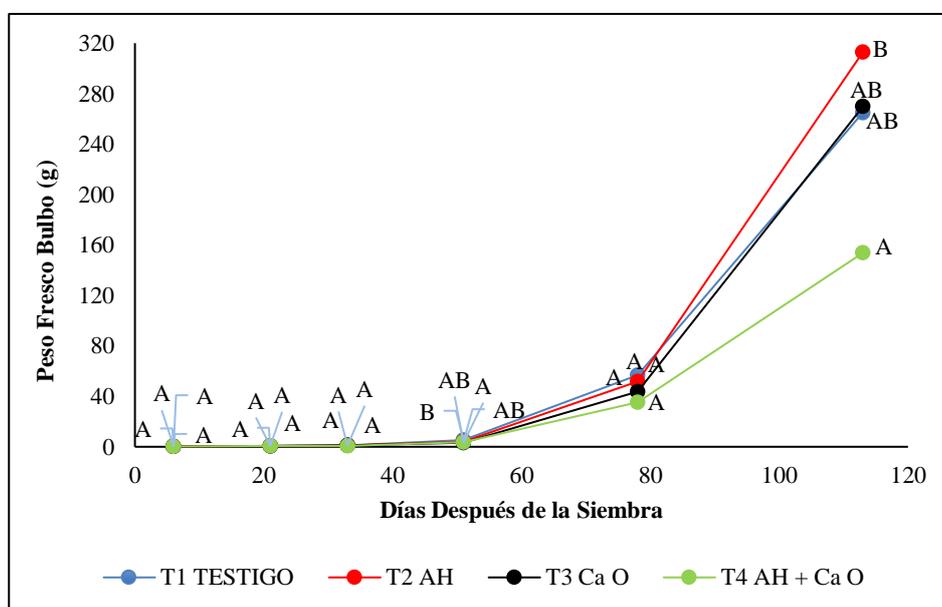


Figura 22. Evolución del Peso Fresco Bulbo acorde a las Enmiendas

Según las pruebas de Duncan en la Fase 6, postulan que en el desarrollo de la planta como las raíces y hojas el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) fue el que mejor se desarrolló obteniendo 57,83 g del peso en raíces y 57,83 g de peso en hojas, esto afirma la teoría de (Sanabria, 2010) en donde recalca que la función que realizan los ácidos húmicos y el calcio, ayudan a que la planta tenga un máximo aprovechamiento, ya que ayuda a la formación de la planta, a que su calidad se mantenga protegiendo la rizosfera de posible patógenos.

Así mismo sucede con la prueba realizada al peso fresco del bulbo, obteniendo 312,96 g con el Tratamiento 2 (ácidos húmicos) peso que se asemeja con el híbrido “Campo lindo” alcanzando el peso de 370 g, según (Suárez, 2010). La función de los ácidos húmicos, es ayudar a que la planta se desarrolle en buen estado manteniendo los nutrientes y reteniendo el agua en sus raíces para que el bulbo obtenga el óptimo desarrollo, postulado por (Mesa, *et al.*, 2014).

El resultado del aprovechamiento de agua se podrá notar en las figuras 23, 25 y 27 ya que se evalúa el peso seco de las variables en plantas, señalando la función del T2 obteniendo pesos secos en raíces de 0,13 g, y peso bulbo con 26,43 g. Según la literatura explica que los ácidos húmicos ayuda absorber los nutrimentos, manteniéndolos hasta que puedan impregnarse en la membrana celular acelerando el metabolismo de la planta, afirmado por (Rodríguez, 2015).

Los siguientes análisis de varianza consisten sobre el rendimiento o peso seco de las raíces, hojas y bulbo, es decir perder el volumen de agua o de consistencia que tenga la cebolla. La tabla 33, muestra el peso seco de raíces, únicamente de la Fase 6, demostrando que poseen diferencia altamente significativa al 5% y al 1% con respecto a la F calculada, manteniendo un coeficiente de variación de 27,05 %.

Tabla 33. Análisis de varianza del Peso Seco de Raíces / Fase 6

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	6,11**	3,49	5,95
C.V.	27,05 %			

La figura 23 y 24, se identifican el tratamiento o enmienda que obtuvo el peso adecuado de raíces en estado seco de la Fase 6, de acuerdo al análisis el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) obtuvo 0,13 g siendo el valor mayor, seguido del Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con 0,09 y Tratamiento 3 (CaO) con 0,07 g. El peso con menor densidad fueron del Tratamiento 1 (testigo) con 0,06 g.

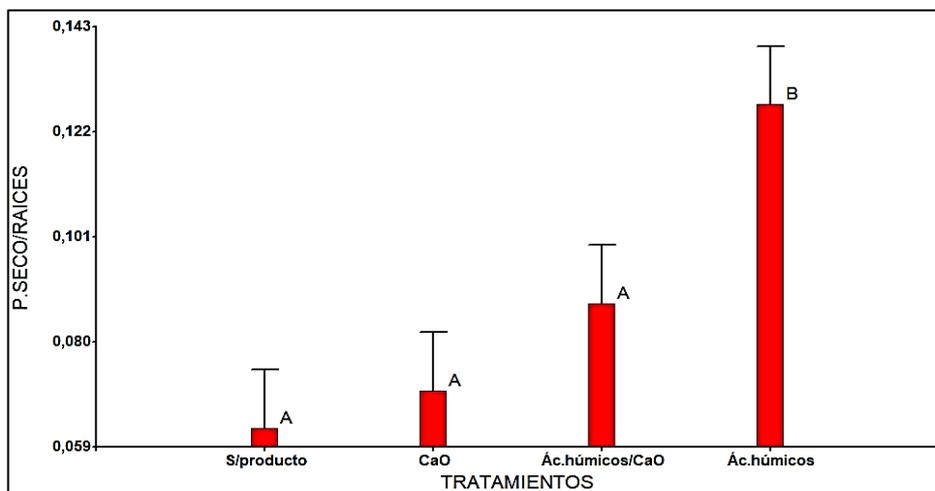


Figura 23. Análisis de significancia del Peso Seco de Raíces / Fase 6

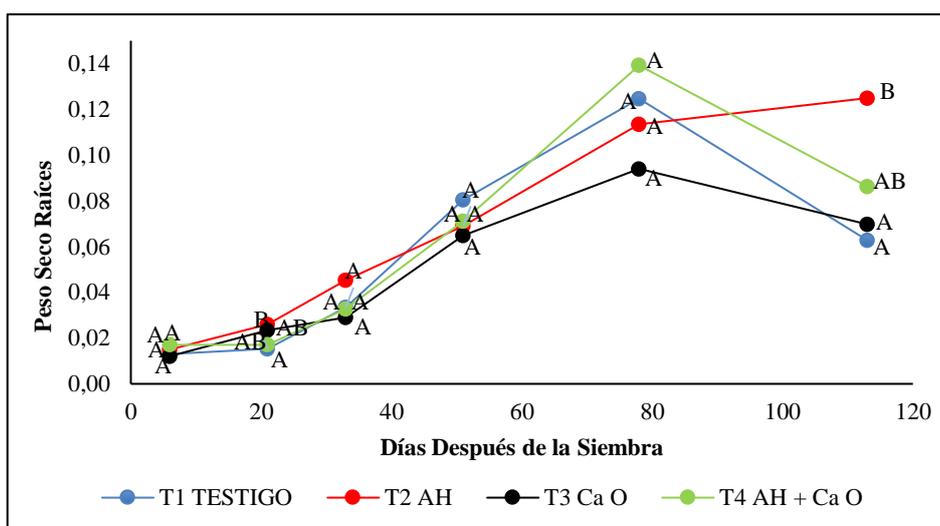


Figura 24. Evolución del Peso Seco Raíces acorde a las Enmiendas

En la tabla 34, el andeva muestra el Peso Seco de hojas de la fase 6, demostrando que no poseen diferencia significativa (NS) al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo así 21,93 de coeficiente de variación.

Tabla 34. Análisis de varianza del Peso Seco de Hojas / Fase 6

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	1,11 NS	3,49	5,95
C.V.	21,93			

La figura 25 y 26, se evidencian los rendimientos y evolución de las enmiendas de acuerdo a la prueba de significancia, del cual se determinó que el tratamiento que se deshidrato menos fue el Tratamiento 4 (Ác. húmicos/CaO) con el 5,86 g, seguido del Tratamiento 1 (testigo) presentando el 5,36 g, al igual con el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) con el 5,33 g. El tratamiento 3 (CaO), fue el que obtuvo 4,41 g valor diferente a lo que muestran las demás enmiendas.

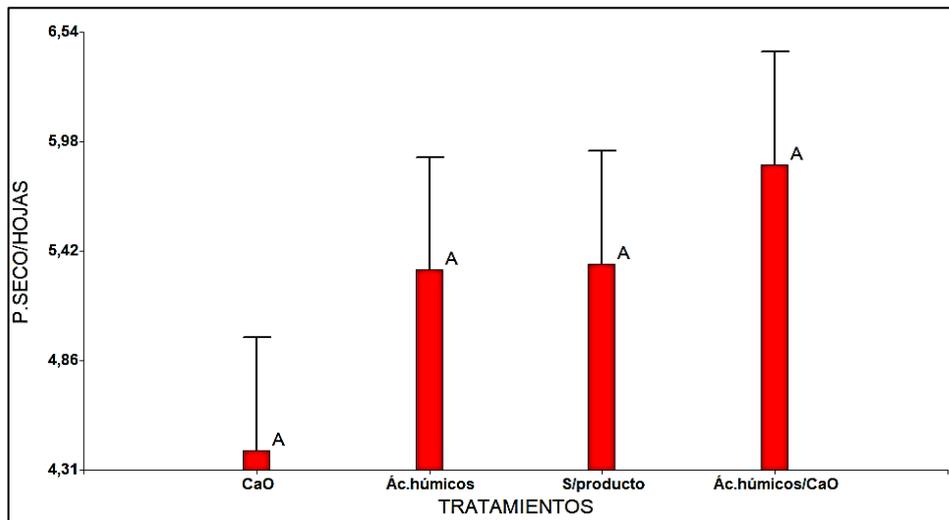


Figura 25. Análisis de significancia del Peso Seco de Hojas / Fase 6

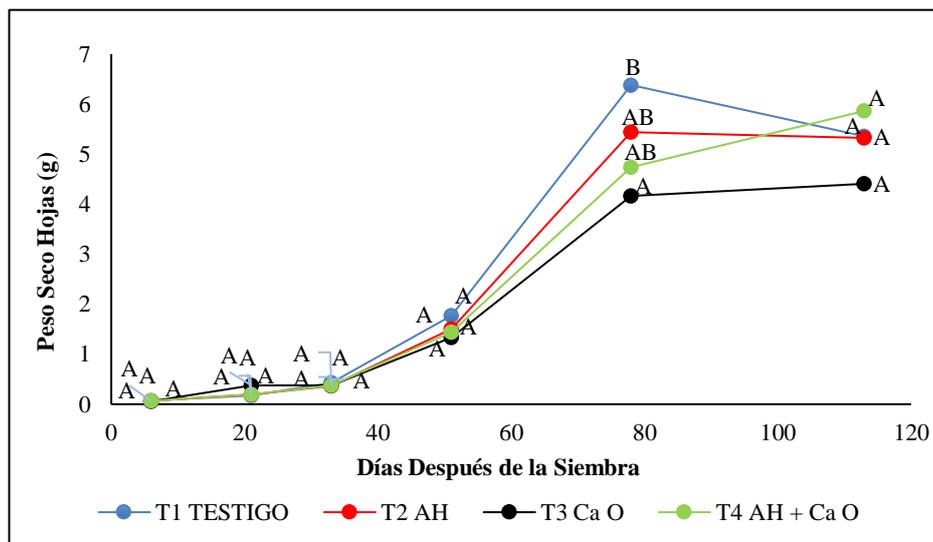


Figura 26. Evolución del Peso Seco Hojas acorde a las Enmiendas

En la tabla 35, se observa el andeva del Peso Seco del bulbo, este contenido se realiza con valores de la fase 6, demostrando que posee diferencia significativa al 5% con respecto a la F calculada, obteniendo así 24,55 de coeficiente de variación.

Tabla 35. Análisis de varianza del Peso Seco del Bulbo

F.V.	G.L.	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	3	5,70*	3,49	5,95
C.V.	24,55			

La figura 27 y 28, detalla la evolución de las enmiendas, mostrando que enmienda que influyo en el crecimiento y peso del bulbo, por lo que se recalca que el Tratamiento 2 (Ác. húmicos) obtuvo una media de 26,43 g, seguido por el Tratamiento 3 (CaO) con 23,26 g al igual que no se diferencian con el Tratamiento 1 (Testigo) con el 20,41 g. El tratamiento con más deshidratación del bulbo fue el 4 (Ác. húmicos/CaO), presentando el 12,34 g.

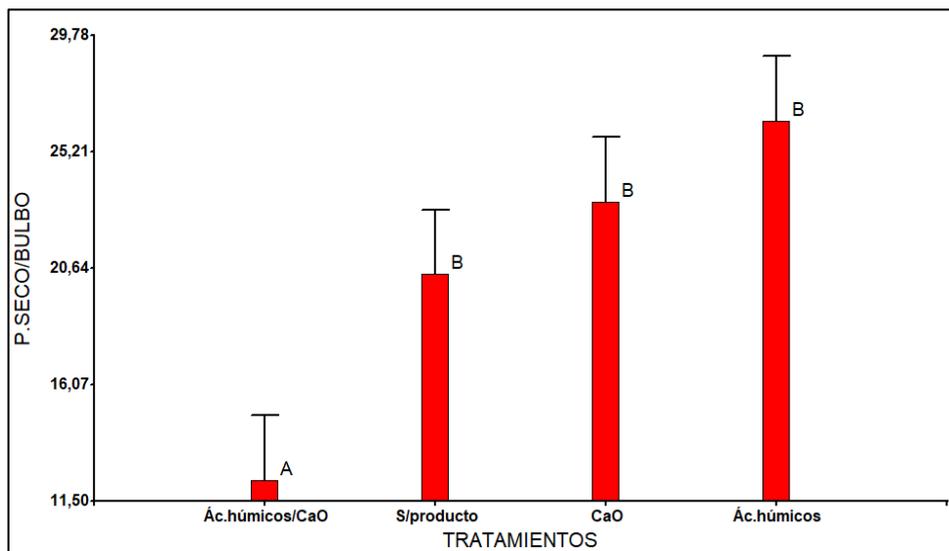


Figura 27. Análisis de significancia del Peso Seco del Bulbo / Fase 6

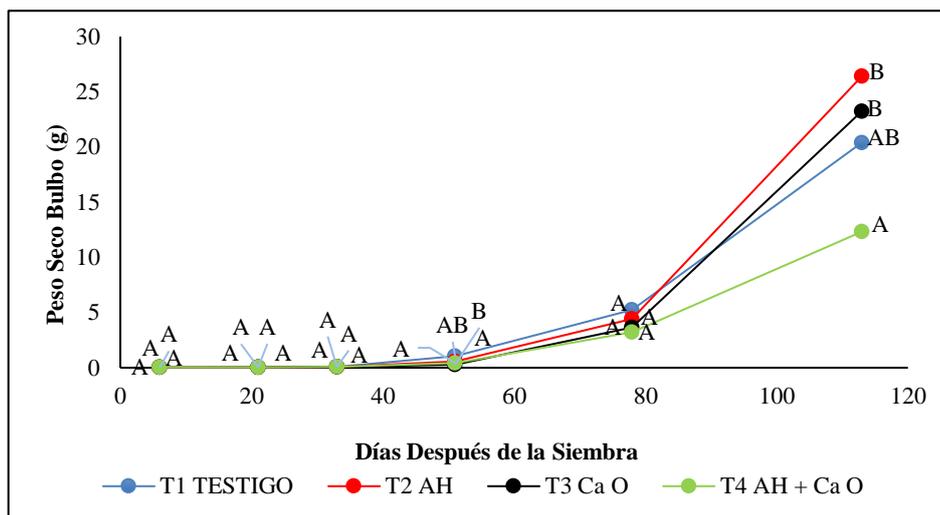


Figura 28. Evolución del Peso Seco Bulbo acorde a las Enmiendas

La tabla 36, se evalúan las variables de la planta de cebolla, para obtener el comportamiento de las enmiendas, día 113 / Fase 6. Para esto se toma el tamaño de la raíz, añadiendo el número de raíces, promediando entre 5 plantas por cada repetición, además la altura de la planta (cm), el número de hojas que posee el cultivo, el diámetro del falso cuello (cm) y el diámetro del bulbo (cm).

Estas variables son enfocadas en cada tratamiento existentes de la prueba, identificando que el tratamiento 2 (Ác. húmicos), fue la enmienda que más ha aportado en el rendimiento y características agronómicas del cultivo de cebolla. Es decir, las características de la cebolla en conjunto con la enmienda dieron resultados favorables ya que las variables fueron de mejor calidad, además es importante recalcar que el híbrido de la cebolla se llama “Campo lindo”, el cual Hamón & Papa, (2014) recalcan que este genotipo demuestra mejor rendimiento y calidad en la siembra tradicional.

Tabla 36. Medias de las características agronómicas de la cebolla "Campo Lindo"

Tratamientos	Largo de raíz (cm)	Nº raíces	Altura de planta (cm)	Nº Hojas	Diámetro falso cuello (cm)	Diámetro Bulbo (cm)	Peso Bulbo (g)
F6/T1	11,7	26	60	10	2,2	7,53	264,98
F6/T2	12,5	34	59	9	2,1	7,74	312,96
F6/T3	10,7	28	57	9	2,0	7,72	269,73
F6/T4	13,1	32	62	10	2,0	7,30	153,75

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El riego adecuado mejora la efectividad de las enmiendas, las dos labores en conjunto, permitieron mantener el pH en niveles aceptables para el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo, es decir la enmienda con mayor efectividad para la mantención de este factor fueron la aplicación de ácidos húmicos y óxido de Calcio (T4) a 15 cm y T2 (Ácidos húmicos) a 30 cm.

La enmienda con mayor efectividad, respecto a la conductividad eléctrica fue el Tratamiento 2 (Ácidos húmicos) obteniendo como resultado un descenso de 0,3 unidades, es decir disminuyendo la conductividad eléctrica de un valor inicial de 0,60 S/m a 0,35 S/m a la profundidad 1 (15 cm) de la misma manera a la profundidad 2 (30 cm) el T2 (Ácidos húmicos) fue el más eficaz bajando la conductividad en 0,25 unidades.

La densidad aparente del suelo, demostró que el mejor tratamiento es el óxido de calcio (T3), obteniendo de la primera profundidad (15 cm) Da inicial 1,91 Mg/t a 1,1 Mg/t dando como resultado una declinación de 0,81 unidades y en la segunda profundidad (30 cm) un inicio de 2,07 Mg/t a 1,32 Mg/t mostrando disminución de 0,75 unidades.

El tratamiento 2 (Ácidos húmicos) fue el mejor con respecto al crecimiento y desarrollo de la planta; con longitud de raíces de 12,5 cm, altura de planta de 59 cm, una media de 9 hojas por plantas, diámetro de falso cuello de 2,1 cm, un diámetro de bulbo de 7,54 cm y obteniendo un peso de bulbo de 312,96 g.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones con diferentes tipos de enmiendas en suelos con diferentes grados de salinidad.

Identificar umbrales de salinidad en diferentes cultivares de importancia económica de la provincia de Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agromática, 2012. *Agromática*. Disponible en: <https://www.agromatica.es/abonar-con-materia-organica/> Consultado: Noviembre 2018.
- Allarja, 2013. *El agua en el suelo*. Disponible en: <http://xallwarja.blogspot.com/2013/04/el-agua-en-el-suelo-disponibilidad.html>
- Andrades & Martínez, 2014. *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen*. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267902.pdf>
- Arias, 2015. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014 - 2019*. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968564070001_Actualizaci%C3%B3n%20PDyOT%202014-2019%20Parroquia%20Chanduy_26-10-2015_10-03-28.pdf
- Ayers & Westcot., W., 1985. *FAO Irrigation and Drainage*. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/\\$FILE/6%20Art.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf) Consultado: 8 Diciembre 2018.
- Barbaro, Karlanian & Mata, 2015. *Importancia del pH y la conductividad eléctrica en los sustratos para plantas*. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf
- Basaure, 2011. *Manual de Lombricultura*. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/22564.html>
- Bertsch, 2016. *Análisis de suelos*. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/av0713_analis_suelo.pdf
- Biovert, 2017. *ManvertSal*. Disponible en: <http://www.manvert.com/product/manvert-sal/>
- Blanco & Lagos, 2017. *Manual de producción de cebolla*. Disponible en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/15%20Manual%20Cebollas.pdf> Consultado: 7 Diciembre 2018.
- Brack & Mendiola, 2012. *Ecología del Perú*. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t07.htm
- Cabrera & Francisco, 2007. *Real Academia Sevillana de Ciencias*. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/28751/3/Materia%20orgánica.pdf>

Campillo & Sadzawka, 2011. *Uso de enmiendas calcareas para la recuperacion de suelos acidificados.*
Disponibile en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR25072.pdf>

Carranza, 2012. *Introducción de cuatro hibridos con tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L).*
Disponibile en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2219/1/Tesis-24agr.pdf>
Consultado: 6 Diciembre 2018.

Cedeño, 2012. *Los suelos de la Península.*
Disponibile en: <https://www.eluniverso.com/2012/02/04/1/1416/suelos-peninsula-son-propensos-salinidad.html>
Consultado: 9 Diciembre 2018.

Céspedes, 2017. *Manejo de la fertilidad del suelo.*
Disponibile en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/03/Manejo-de-la-fertilidad-del-suelo-por-Cecilia-C%C3%A9spedes.pdf>

Cortés, Pérez & Camacho, 2013. *Relación espacial entre la conductividad eléctrica y algunas propiedades químicas del suelo.*
Disponibile en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a14.pdf>
Consultado: 4 Diciembre 2018.

Cotler, Garrido & Enriquez, 2016. *Degradación de suelos.*
Disponibile en: http://www.emapas.inecc.gob.mx/download/lch_degradacion.pdf

Desamparados, Sancho & Verdú, 2004. *Prácticas de diagnóstico y fertilidad de suelos.*
En: s.l.:Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, p. 173.

Dimas, 2009. *Interacción de los acidos húmicos con fertilidad organico e inorganico en la sal del suelo.*
Disponibile en:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5128/T17056%20%20DIMAS%20LINARES%2C%20ROSA%20AMELIA%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
Consultado: 11 Diciembre 2018.

Espinosa, 2014. *Acidez y encalado de los suelos.*
Disponibile en:
<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.pdf>
Consultado: 10 Diciembre 2018.

Fernández, 2017. *Densidad aparente suelo o sustrato y su relación con los programas de fertilización y riego.*
Disponibile en: http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_aparente.html
Consultado: 11 Diciembre 2018.

García, 2008. *Enmiendas orgánicas para suelos basadas en residuos orgánicos*. Disponible en: <https://www.um.es/acc/wp-content/uploads/Carlos-Garcia-Izquierdo.pdf>
Consultado: 8 Diciembre 2018.

García, Miranda & Fajardo, 2015. *Manual de manejo de la fertilidad de suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano boliviano*. Disponible en: http://www.cazalac.org/mwar_lac/fileadmin/documents/CaribbeanDroughtAtlas/quinua.pdf

Garrido, 2006. *Interpretación de análisis de suelos*. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

Geoguía, 2017. *Geoguía*. Disponible en: <http://www.lageoguia.org/chanduy-santa-elena-ecuador/#17/-2.37565/-80.69041>

Ghisolfi, 2011. *Contenidos de Materia Orgánica, Relación con la fertilidad del suelo en siembra directa*. Universitaria Villa María ed. s.l.:Eduvim.

Gretz, A., 2000. Suelos salinos y sódicos. En: *Suelos y fertilización*. Mexico: TRILLAS, p. 42.

Guzman, 2005. *Calidad de agua y ferti-riego*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257416522_CALIDAD_DE_AGUA_Y_FERTI-RIEGO

Hamón & Papa, 2014. *Researchgate*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282291284_EVALUACION_DE_DOS_HIBRIDOS_DE_CEBOLLA_Allium_cepae_L_EN_CUATRO_AMBIENTES_DOS_METODOS_DE_SIEMBRA_Y_DOS_LOCALIDADES_BAJO_CONDICIONES_DE_PRODUCION_COMERCIAL_EN_EL_MUNICIPIO_GUACARA_DEL_ESTADO_CARABOBO
Consultado: 7 Diciembre 2018.

Henríquez, Pérez, Gascó & Rodríguez, 2005. *Determinación de la capacidad de intercambio catiónico*. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/857/85717108.pdf>
Consultado: 12 Noviembre 2018.

Heredía, 2015. *El agua de riego: criterios de interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción*. Disponible en: https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua_riego_criterios_interpretacion.pdf
Consultado: 25 Noviembre 2018.

Hernández, 2011. *Universidad Politécnica de Madrid*.
Disponibile en:
http://oa.upm.es/14869/1/JACQUELINE_HERNANDEZ_ARAUJO.pdf

Hirzel & Salazar, 2011. *Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos*.
Disponibile en:
http://www2.inia.cl/medios/raihuen/Descargas/cap_05_enmiendas_organicas.pdf

Ibáñez, 2008. *Qué es la fertilidad del suelo? fertilidad física, química y biológica*.
Available at Disponible en:
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/29/83481>

Inia, 2015. *El suelo*.
Disponibile en:
<http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%20de%20mayo.pdf>

Jiménez & Hernández, 2007. *Módulo: Agrotecnología*.
Disponibile en:
http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/suelos_tema_1.pdf

Latam, 2017. *Efectividad de ácidos húmicos y otras enmiendas*.
Disponibile en: <http://www.redagricola.com/cl/suelos-mas-sustentables-efectividad-acidos-humicos-otras-enmiendas/>
Consultado: 11 Diciembre 2018.

Loja & Méndez, 2015. *Primeros cambios en la cantidad de bacterias, hongos, macroinvertebrados y propiedades físicas del suelo luego de la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo previamente manejado de forma convencional*.
Disponibile en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22907/1/Tesis.pdf>
Consultado: 9 Diciembre 2018.

López, 2000. *Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación*.
Disponibile en: <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>

Lutenberg, 2015. *La salinidad y su influencia en suelos y plantas*.
Disponibile en: <http://www.ana.gob.pe/media/496359/salinidad.pdf>
Consultado: 24 Diciembre 2018.

Maroto, 2002. *Horticultura Herbácea Especial*. En: *Cebolla*. Madrid: Mundi-Prensa, pp. 147-148.

Mesa, Castro & Méndez, 2014. *Efecto de la aplicación de ácidos húmicos en Hapludult Típico de los Llanos orientales y su interacción con elementos micronutrientes*.
Disponibile en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24056/1/21164-71801-1-PB.pdf>
Consultado: 12 Diciembre 2018.

Mite, 2002. *Problemas de acumulación de sales en suelos del Ecuador*. Disponible en: [http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3-%20Problemas%20de%20Acumulacion%20de%20Sales%20\(Mite%20F\).pdf#page=1&zoom=auto,15,-12](http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3-%20Problemas%20de%20Acumulacion%20de%20Sales%20(Mite%20F).pdf#page=1&zoom=auto,15,-12)
Consultado: 9 Diciembre 2018.

Mite, 2012. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2012/02/04/1/1416/suelos-peninsula-son-propensos-salinidad.html>
Consultado: 25 Noviembre 2018.

O'geen, 2018. *Recuperar los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos*. Disponible en: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8629.pdf>
Consultado: 7 Diciembre 2018.

Pascual & Venegas, 2010. *La materia orgánica del suelo. Papel de los microorganismo..* Disponible en: <http://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>

Piedrahíta, 2009. *Acidez del suelo*. Disponible en: http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/Acidez%20del%20Suelo/Fuentes%20y%20efectos.pdf

Ponce & Torres, 2006. *UNSAM*. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/publicaciones/tapas/cyted/parte5.pdf>
Consultado: 10 Diciembre 2018.

Ramirez, et. al., 2010. *Salinidad del Suelo*. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro-old/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETOS%20IMTA%202009/folletos%206%20salinidaddelsuelo.pdf>

Ramos, 2015. *Producción de cebolla en suelos salinos*. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/cultivos/cebollas-ajo/produccion-de-cebollas-en-suelos-salinos/2/>
Consultado: 7 Diciembre 2018.

Rodriguez, 2015. *Sustancias Húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura*. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal>
Consultado: 12 Diciembre 2018.

Romero, 2009. *Caracterización física de suelos*. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0ahUKEwj0kY37uYPXAhUDwiYKHb6ZAT0QFghWMAw&url=http%3A%2F%2Fsgpwe.izt.uam.mx%2Ffiles%2Fusers%2Fuami%2Fser8%2FPRACTICA%25205%2520densidad.DOC&usg=AOvVaw0AmQhl2z7xFuAuz7vnWJLm>

Ronen, 2016. *Nitrato de potasio. Una solución posible para los problemas de salinidad.* Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Nitrato%20de%20Potasio%20Multik.asp>

Sáenz, 2012. *Los ácidos húmicos.* Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/acidos-humicos-t29347.htm>

Salamanca & Sadeghian, 2013. *La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana.* Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29381-397.pdf>
Consultado: 11 Diciembre 2018.

Sanabria, 2010. *Calcio: columna vertebral de tu cultivo.* Disponible en: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/calcio-la-columna-vertebral-de-tu-cultivo/>
Consultado: 12 Diciembre 2018.

Santibáñez, 2005. *Modernización e integración transversal de la enseñanza de pregrado en ciencia de la tierra.* Disponible en: http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod1.pdf

Seminis, 2004. *Campo Lindo.* Disponible en: <http://seminis-andina.com/productos/campo-lindo/411>

Sierra, 2008. *Salinidad de los suelos.* Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR25770.pdf>

Solagro, 2006. *Cebolla colorada.* Disponible en: <http://www.solagro.com.ec/web/cultdet.php?vcultivo=Cebolla>

Suárez, 2010. *Efecto de enmiendas de origen químico y orgánico en condición de salinidad del agua de riego para incrementar el rendimiento de cebolla.* Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/957/1/P-SENESCYT-0026.pdf>

Tábara, 2016. *El Productor.* Disponible en: <http://elproductor.com/noticias/ecuador-agro-zapotillano-en-crisis-por-la-cebolla-peruana/>
Consultado: 6 Diciembre 2018.

Universo, 2012. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2012/02/04/1/1416/suelos-peninsula-son-propensos-salinidad.html>
Consultado: 9 Diciembre 2018.

USDA, 1999. *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo.* Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf
Consultado: 11 Diciembre 2018.

Velasco & Agustín, 2011. *Evaluacion de diferentes dosis de enmiendas humicas en la produccion primaria de forraje de Lolium perenne (REY GRASS)*. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1004>

Zamora, 2017. *El Universo*. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2017/10/21/nota/6442102/productores-cebolla-cerraron-guayaquil-santa-elena-causaron>
Consultado: 6 Diciembre 2018.

ANEXOS

Tabla A 1. Datos promedios de la Ce. (S/m), profundidad 1 (15 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	0,60	0,68	0,58	0,42
R2	0,43	0,61	0,50	0,52
R3	0,38	0,38	0,32	0,48
R4	0,56	0,58	0,50	0,50
R5	0,51	0,44	0,46	0,37
R6	0,41	0,36	0,36	0,30
Σ	2,88	3,05	2,71	2,58
X	0,48	0,51	0,45	0,43

Tabla A 2. Análisis de varianza de la Ce (S/m), profundidad 1 (15 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,02	0,01	0,64	3,09	4,93
Error	20	0,21	0,01			
Total	23	0,23				
CV.	21,87%					

NS = No significativo

Tabla A 3. Datos promedios de la Ce. (S/m), profundidad 2 (30 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	0,60	0,61	0,57	0,44
R2	0,46	0,55	0,36	0,56
R3	0,43	0,39	0,36	0,45
R4	0,57	0,53	0,45	0,47
R5	0,48	0,53	0,48	0,37
R6	0,36	0,35	0,36	0,26
Σ	2,90	2,95	2,57	2,54
\bar{X}	0,48	0,49	0,43	0,42

Tabla A 4. Análisis de varianza de la Ce (S/m), profundidad 2 (30 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,02	0,01	0,84	3,09	4,93
Error	20	0,18	0,01			
Total	23	0,20				
CV.	20,66%					

NS = No significativo

Tabla A 5. Datos promedios del pH, profundidad 1 (15 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	8,5	8,4	8,5	8,7
R2	8,6	8,5	8,4	8,4
R3	8,6	8,7	8,5	8,7
R4	8,0	8,2	8,2	8,4
R5	8,1	8,3	8,3	8,1
R6	7,8	7,9	8,0	8,1
Σ	49,6	49,9	49,8	50,4
\bar{X}	8,3	8,3	8,3	8,4

Tabla A 6. Análisis de varianza del pH, profundidad 1 (15 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,05	0,02	0,24	3,09	4,93
Error	20	1,52	0,08			
Total	23	1,57				
CV.	3,30%					

NS = No significativo

Tabla A 7. Datos promedios del pH, profundidad 2 (30 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	8,4	8,5	8,5	8,6
R2	8,5	8,5	8,3	8,3
R3	8,5	8,6	8,5	8,6
R4	8,0	8,2	8,1	8,3
R5	8,3	8,4	8,2	8,2
R6	7,8	7,8	8,0	8,1
Σ	49,3	50,0	49,6	50,0
X	8,2	8,3	8,3	8,3

Tabla A 8. Análisis de varianza del pH, profundidad 2 (30 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,04	0,01	0,23	3,09	4,93
Error	20	1,28	0,06			
Total	23	1,32				
CV.	3,04%					

NS = No significativo

Tabla A 9. Datos promedios de la Da (Mg/t), profundidad 1 (15 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	1,2	1,3	1,9	1,7
R2	1,1	1,1	1,9	1,2
R3	1,3	1,7	1,9	1,5
R4	1,2	1,4	1,9	1,3
R5	1,1	1,4	1,9	1,7
R6	1,4	1,8	1,9	1,4
Σ	7,3	8,6	11,5	8,9
X	1,2	1,4	1,9	1,5

Tabla A 10. Análisis de varianza de la Da (Mg/t), profundidad 1 (15 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	1,46	0,49	15,8	3,09	4,93
Error	20	0,62	0,03			
Total	23	2,08				
CV.	11,64%					

** = Altamente significativo

Tabla A 11. Datos promedios de la Da (Mg/t), profundidad 2 (30 cm)

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	1,2	1,2	2,1	1,5
R2	1,1	1,1	1,1	1,1
R3	1,7	1,6	1,4	1,4
R4	1,2	1,2	1,8	1,2
R5	1,0	1,2	1,8	1,9
R6	1,4	1,6	1,3	2,1
Σ	7,5	7,8	9,4	9,2
X	1,3	1,3	1,6	1,5

Tabla A 12. Análisis de varianza de la Da (Mg/t), profundidad 2 (30 cm)

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,44	0,15	1,44	3,09	4,93
Error	20	2,04	0,1			
Total	23	2,49				
CV.	22,43%					

NS = No significativo

Tabla A 13. Datos promedios del peso fresco, raíces

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	0,2	0,5	0,3	0,5
R2	0,4	0,7	0,4	0,8
R3	0,1	0,5	0,3	0,9
R4	0,1	0,8	0,5	0,7
Σ	0,9	2,6	1,5	2,9
X	0,2	0,6	0,4	0,7

Tabla A 14. Análisis de varianza del peso fresco, raíces

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,66	0,22	10,4**	3,49	5,95
Error	12	0,26	0,02			
Total	15	0,92				
CV.	29,83%					

** = Altamente significativo

Tabla A 15. Datos promedios del peso seco, raíces

Tratamientos	Repeticiones			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	0,1	0,1	0,1	0,1
R2	0,1	0,1	0,1	0,1
R3	0,0	0,1	0,1	0,1
R4	0,0	0,1	0,1	0,1
Σ	0,3	0,5	0,3	0,3
X	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla A 16. Análisis de varianza del peso seco, raíces

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	0,01	3,4	6,11**	3,49	5,95
Error	12	0,01	5,5			
Total	15	0,02				
CV.	27,05%					

** = Altamente significativo

Tabla A 17. Datos promedios del peso fresco, hojas

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	46,5	48,4	42,1	49,9
R2	69,1	66,9	49,4	71,3
R3	30,0	49,5	45,6	60,8
R4	57,3	50,0	42,5	49,3
Σ	203,0	214,8	179,6	231,3
X	50,7	53,7	44,9	57,8

Tabla A 18. Análisis de varianza del peso fresco, hojas

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	354,7	118,23	1,00	3,49	5,95
Error	12	1422,16	118,51			
Total	15	1776,86				

CV. 21,02%

NS = No significativo

Tabla A 19. Datos promedios del peso seco, hojas

Tratamientos	Repeticiones			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	6,6	4,6	4,1	4,4
R2	6,1	6,9	4,4	7,0
R3	3,2	5,1	4,7	6,9
R4	5,5	4,7	4,3	5,1
Σ	21,4	21,3	17,6	23,5
X	5,4	5,3	4,4	5,9

Tabla A 20. Análisis de varianza del peso seco, hojas

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	4,41	1,47	1,11	3,49	5,95
Error	12	15,83	1,32			
Total	15	20,24				

CV. 21,93%

NS = No significativo

Tabla A 21. Datos promedios del peso fresco, bulbo

Repeticiones	Tratamientos			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	303,2	258,3	342,9	101,1
R2	243,1	387,2	217,3	126,5
R3	376,7	330,2	270,2	177,3
R4	136,9	276,2	248,5	210,1
Σ	1059,9	1251,9	1078,9	615,0
X	265,0	313,0	269,7	153,75

Tabla A 22. Análisis de varianza del peso fresco, bulbo

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	55364,67	18454,89	3,9*	3,49	5,95
Error	12	56769,63	4730,8			
Total	15	112134,30				
CV.	27,47%					

* = Significativo

Tabla A 23. Datos promedios del peso seco, bulbo

Tratamientos	Repeticiones			
	S/producto	Humaka	CaO	Humaka/CaO
R1	23,7	22,5	29,3	9,2
R2	20,2	32,1	20,0	10,1
R3	27,4	26,9	24,0	14,0
R4	10,3	24,1	19,7	16,0
Σ	81,6	105,7	93,0	49,3
X	20,4	26,4	23,3	12,3

Tabla A 24. Análisis de varianza del peso seco, bulbo

F.V	gl	SC	CM	F/calculada	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	3	437,31	145,77	5,7*	3,49	5,95
Error	12	307,12	25,59			
Total	15	744,42				
CV.	24,55%					

* = Significativo



Figura A 1. Reconocimiento del campo de trabajo, hacienda "El Manantial"



Figura A 2. Enmiendas



Figura A 3. Muestreo de suelo



Figura A 4. Secado de muestras de suelo



Figura A 5. Proceso de laboratorio para la obtención del pH y Ce (S/m)



Figura A 6. Área de fertirriego



Figura A 7. Muestreo de suelo y planta, fase 6



Figura A 8. Procesamiento de la planta de cebolla en el laboratorio



Figura A 9. Medición de las variables agronómicas



Figura A 10. Obtención del peso de las variables agronómicas, fase 6