



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS UTILIZANDO BOKASHI
TRADICIONAL Y FOSFATADO EN EI CARMEN, CHINCHA”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Maria Alejandra Monteza Arcos (0000-0002-1072-8228)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio (0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 31 de Marzo del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. César Oswaldo Arévalo Hernández
Miembro: Mg. Ing. David Licapa Tacuri
Miembro: Mg. Ing. Marisol Nuñez Martínez

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS UTILIZANDO BOKASHI TRADICIONAL Y FOSFATADO EN EL CARMEN, CHINCHA"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Maria Alejandra Monteza Arcos**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Luis Abraham Gomero Osorio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesisista: Maria Alejandra Monteza Arcos			Nota (en letras): (QUINCE) 15
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Ing. César Oswaldo Arévalo Hernández
Presidente



Mg. Ing. David Licapa Tacuri
Miembro 1



Mg. Ing. Marisol Nuñez Martínez
Miembro 2



Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 19 de abril del 2023

Señor,
Damaso Ramírez Huaroto

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo Maria Alejandra Monteza Arcos, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Luis Gomero Osorio, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS UTILIZANDO BOKASHI TRADICIONAL Y FOSFATADO EN EI CARMEN, CHINCHA, sustentado para obtener el título/grado de Ingeniera Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 73087621



Firma del asesor de tesis
DNI: 10681962

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Recuperación de suelos degradados utilizando bokashi tradicional y fosfatado en El Carmen, Chincha

Autores. Maria Alejandra Monteza Arcos.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2106878449).

Resultado de la evaluación. 8%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.3.0. Recuperación de suelos degradados

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Maya Chávez María de Lourdes Lilian. "Comparación in vitro del antagonismo de una cepa comercial y una cepa endémica de Trichoderma sp. contra alternaría sp. en brócoli, en tres localidades de Guanajuato", TESIUNAM, 2009 Publicación	2%
2	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	1%
3	mec21.etsii.upm.es Fuente de Internet	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	Martínez Loustalot Rocío Pamela. "Abundancia relativa, distribución espacio-temporal y preferencias de hábitat de la ballena jorobada (megaptera novaeangliae) en Los Cabos, B.C.S., México, de 2004 a 2011", TESIUNAM, 2016 Publicación	<1%

DEDICATORIA

A mis padres Miguel Monteza y Fabiola Arcos, quienes fueron mi apoyo y motor para poder acabar mi carrera, que me educaron y me dieron los mejores valores para mi formación personal y profesional; A mi hermano Miguel que siempre estuvo y está a mi lado dándome ánimos; a mis abuelos, Hilda Collantes, Humberto Arcos, Prospero Monteza y Victoria Vallejo que me daban fortaleza y ánimos para seguir adelante; a mis otros abuelos Carlos Vela y Ruth Loayza que me apoyaban en mis estudios y durante la realización de mi tesis.

A todas las personas que estuvieron ahí para mí, en todo periodo de mi vida,

Gracias a ustedes, hoy soy quien soy.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Luis Gomero Osorio, por compartir sus conocimientos y tiempo para asesorar la realización de esta tesis.

A la Universidad Científica del Sur, por haberme brindado la formación académica.

A la empresa de Agrícola el Ciruelo S.A. por brindarme su apoyo en la realización del presente estudio. A sus trabajadores por su ayuda en la ejecución de esta tesis.

Por último, a todos mis familiares y amigos que durante el desarrollo de la investigación me incentivaron cada día a mejorar profesionalmente y no rendirme ante obstáculos.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	13
1. INTRODUCCIÓN	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1. Objetivo General.....	15
3.2. Objetivos Específicos.....	15
CAPITULO II.....	16
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1. Características del Suelo.....	16
4.1.1. <i>Físicas</i>	<i>16</i>
4.1.2. <i>Químicas.....</i>	<i>17</i>
4.1.3. <i>Biológicas</i>	<i>18</i>
4.2. Degradación de suelos	19
4.2.1. <i>Actividades Agrícolas</i>	<i>20</i>
4.3. Abonos Orgánicos	20
4.3.1. <i>Bokashi.....</i>	<i>20</i>
4.3.2. <i>Ácidos Húmicos y Fulvicos.....</i>	<i>22</i>
4.4. Fosfato di amónico.....	22
CAPITULO III.....	23
5. MATERIALES Y METODOS.....	23
5.1. Área de Estudio.....	23
5.2. Diseño Experimental	24
5.3. Preparación del área de estudio	24
5.3.1. <i>Área de preparación de Bokashi</i>	<i>24</i>

5.3.2. Área de evaluación.....	25
5.4. Obtención de materiales	26
5.5. Preparación del Bokashi.....	26
5.5.1. Bokashi Tradicional	26
5.5.2. Bokashi Fosfatado.....	29
5.5.3. Toma de muestra	31
5.6. Aplicación de los tratamientos	31
5.7. Muestreo de suelos.....	32
5.8. Medición de parámetros en campo	33
5.8.1. Densidad Aparente y Porosidad	33
5.8.2. pH en campo	35
5.8.3. Captura de microorganismos	35
5.9. Medición de parámetros en laboratorio	36
5.10. Análisis Estadístico.....	39
CAPITULO IV.....	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
6.1. Enmienda Orgánica de Bokashi Tracional y Fosfatado	40
6.1.1. Ácidos Humicos y Fulvicos	40
6.1.2. Nutrientes	41
6.2. Suelos.....	44
6.2.1. Características Principales	44
6.2.2. Macronutrientes.....	49
6.2.3. Micronutrientes.....	52
6.2.4. Sales Disueltas.....	58
6.2.5. Cationes Cambiables.....	67
6.2.6. Materia Orgánica.....	71

6.2.7. <i>Características Biológicas</i>	72
7. CONCLUSIONES	75
8. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	87

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de El Carmen, Chincha (izquierda) y Mapa distrital del distrito de El Carmen (derecha).....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2. Diseño del área de Bokashi preparada.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3. Modelo de cómo se dividieron los bloques (derecha) y como se aplicó en el terreno (izquierda).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4. Estructura del Bokashi Tradicional.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5. Foto del uso del aparato para el monitoreo de T° y pH.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6. Estructura del Bokashi Fosfatado</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7. Foto del terreno después de la aplicación</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8. Croquis de los lugares donde se excavaron los hoyos para las muestras</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9. Medidas del Cilindro utilizado</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10. Imagen de la forma correcta en la que se coloca el vaso y foto del vaso antes de enterrarlo (derecha)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 11. Croquis de los lugares donde se colocaron los vasos.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12. pH en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 13. Conductividad Eléctrica en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 14. Porcentaje de Densidad Aparente en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 15. Porcentaje de Porosidad en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 16. Porcentaje de Fósforo Disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.....</i>	<i>50</i>

Figura 17. Cantidad de Potasio Disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 51

Figura 18. Cantidad de Nitrógeno Total en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 52

Figura 19. Cantidad de Boro disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 53

Figura 20. Porcentaje de Nitrógeno Total en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 54

Figura 21. Cantidad de Hierro disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 55

Figura 22. Cantidad de Manganeso disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 56

Figura 23. Cantidad de Zinc disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 57

Figura 24. Cantidad de Bicarbonato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 58

Figura 25. Cantidad de Cloruro en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 59

Figura 26. Cantidad de Nitrato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 60

Figura 27. Cantidad de Sulfato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 61

Figura 28. Cantidad de Calcio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 62

Figura 29. Cantidad de Magnesio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 63

Figura 30. Cantidad de Potasio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones. 64

Figura 31. Cantidad de Sodio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 65

Figura 32. Cantidad de Boro (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 66

Figura 33. Cantidad de Calcio (Ca²⁺) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 68

Figura 34. Cantidad de Magnesio (Mg²⁺) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 68

Figura 35. Cantidad de Potasio (K⁺) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 69

Figura 36. Cantidad de Sodio (Na⁺) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... 70

Figura 37. Porcentaje de Materia Orgánica en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 38. Conteo de especies de hongos en los tratamientos (T0, T1, T2)..... 73

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Disposición de tratamientos en el diseño experimental completamente aleatorio al azar (DCA) en la parcela instalada en “El Carmen”, Chincha, Ica.....</i>	24
<i>Tabla 2. Medidas de la fase líquida del Bokashi Tradicional</i>	26
<i>Tabla 3. Medidas de los ingredientes para la fabricación del Bokashi Tradicional</i>	27
<i>Tabla 4. Medidas de la primera fase líquida del Bokashi Fosfatado</i>	29
<i>Tabla 5. Medidas de los ingredientes para la fabricación del Bokashi Fosfatado.....</i>	30
<i>Tabla 6. Análisis de laboratorio Valle Grande.....</i>	36
<i>Tabla 8. Análisis de laboratorio de sales disueltas.....</i>	38
<i>Tabla 9. Análisis de laboratorio de micronutrientes disponibles</i>	38
<i>Tabla 10. Resultados de análisis de porcentaje Ácidos Humicos y Fulvicos</i>	40
<i>Tabla 11. Resultados de análisis de características de los Bokashi</i>	41
<i>Tabla 12. Resultados de análisis de Nutrientes de los Bokashi (%)</i>	42
<i>Tabla 13. Resultados de análisis de Micronutrientes de los Bokashi (ppm).....</i>	42
<i>Tabla 14. Presencia de especies de hongos en los tratamientos (T0, T1, T2).....</i>	72
<i>Tabla 15. Presencia de especies de insectos en los tratamientos (T0, T1, T2).....</i>	74

INDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO 1: Cuadro de estimación de Densidad Aparente y porosidad.....</i>	<i>87</i>
<i>ANEXO 2: Cuadro de presencia de hongos, bacterias ácido lácticas y insectos.....</i>	<i>88</i>
<i>ANEXO 3: Análisis de laboratorio de porcentaje Ácidos Humicos y Fulvicos.....</i>	<i>89</i>
<i>ANEXO 4: Análisis de laboratorio de Enmienda Organica de Bokashi Tradicional.....</i>	<i>89</i>
<i>ANEXO 5: Análisis de laboratorio de Enmienda Organica de Bokashi Fosfatado.....</i>	<i>91</i>
<i>ANEXO 6: Análisis de laboratorio de Tratamiento 0 – Inicial.....</i>	<i>92</i>
<i>ANEXO 7: Análisis de laboratorio de Tratamiento 1 – Inicial.....</i>	<i>94</i>
<i>ANEXO 8: Análisis de laboratorio de Tratamiento 2 – Inicial.....</i>	<i>96</i>
<i>ANEXO 9: Análisis de laboratorio de Tratamiento 0 – Final.....</i>	<i>98</i>
<i>ANEXO 10: Análisis de laboratorio de Tratamiento 1 – Final.....</i>	<i>100</i>
<i>ANEXO 11: Análisis de laboratorio de Tratamiento 2 – Final.....</i>	<i>102</i>
<i>ANEXO 12: Monitoreo de Temperatura y pH en los Bokashi</i>	<i>104</i>
<i>ANEXO 13: Monitoreo de Temperatura y pH en los Tratamientos.....</i>	<i>105</i>
<i>ANEXO 14: Fotos del área de compostaje.....</i>	<i>106</i>
<i>ANEXO 15: Fotos del proceso de elaboración de ambos Bokashi.....</i>	<i>107</i>
<i>ANEXO 16: Fotos de capas del Bokashi antes de la mezcla.....</i>	<i>108</i>
<i>ANEXO 17: Fotos de ambos Bokashi en el día 30 de compostaje</i>	<i>109</i>
<i>ANEXO 18: Fotos de aplicación de los tratamientos.....</i>	<i>109</i>
<i>ANEXO 19: Fotos de muestras tomadas</i>	<i>110</i>

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el principal problema del manejo de los suelos es la dependencia de productos sintéticos para reabastecer el suelo agrícola de nutrientes.

Esta dependencia hacia los productos sintéticos podría estar agudizando los problemas de fertilidad de los suelos, porque no se están realizando acciones para poder aprovechar los residuos orgánicos que se generan en el sistema productivo y en muchos casos son incinerados a campo abierto provocando impactos ambientales y emisiones de gases de efecto invernadero (MINAM, 2020). Debido a estos impactos provocados, se propone hacer uso correcto de los residuos orgánicos mediante técnicas de tratamiento como el bokashi, que consiste en aprovechar los residuos vegetales, contribuyendo al reúso de residuos de las cosechas y aporta beneficios para mejorar la fertilidad natural del suelo de manera sostenible (Liang, 2009).

El uso de los fertilizantes sintéticos en la agricultura es de alto costo, que está relacionado a los costos del mercado, factores externos y costos de transporte. Una de las mayores desventajas de los productos químicos es que después de un largo periodo de aplicación pueden provocar daños adversos en el suelo, como por ejemplo la alteración de pH, afectación de la microfauna y alteraciones en la estructura del suelo. Una opción a estos abonos sintéticos son los de origen orgánico, los cuales tienen un menor costo en producción y mejores resultados; en este rubro se encuentra el Bokashi, el cual tiene un mejor efecto en temas económicos y productivos (Salgado, 2017).

Para la producción del Bokashi se utilizan los residuos orgánicos, por lo tanto, aportan nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo, calcio entre otros micronutrientes, los cuales se incorporan en el suelo tratado (Arrieta, 2018). De acuerdo con la composición química y la materia prima en su proceso de elaboración, pueden variar los beneficios y aportes, al igual que su tiempo de descomposición. (Llorca, 2017). Este abono puede variar de acuerdo con los ingredientes que se usen, siendo los ingredientes más comunes la gallinaza o estiércol de gallina por su aporte de nitrógeno (Souza y Rezende, 2006). Álvarez-Solís (2010) recomienda que se

utilicen residuos de gallinas de corral ya que no se las alimenta con alimentos altamente químicos., los cuales provocan que sus excrementos se vuelvan tóxicos y más difíciles de tratar.

En términos de eficiencia, estos se determinan en base a los materiales que se utilicen y los nutrientes que aportan al cultivo (Usman, 2003). El contenido de nutrientes tiene una relación directa con las concentraciones que tiene la materia prima y a su proceso de elaboración. Para la presente investigación, se está utilizo una formula de Bokashi Tradicional documentada por la FAO y otra que tiene como material extra el fosfato di amonico, ambas se compararon para poder verificar cual es la más eficiente en la recuperación de suelos degradados por agricultura (Schwaner, 2006).

La incorporación de fosfato diamónico fue necesaria porque los suelos agrícolas tienen una carencia de este nutriente de manera significativa, especialmente los suelos muy alcalinos donde puede terminar en una disminución en el nivel de producción del suelo (Medina, 2014).

La recuperación de la fertilidad del suelo es el objetivo principal de esta tesis, es por eso por lo que se toma en cuenta los parámetros químicos, físicos y biológicos del suelo. La investigación está elaborada de manera comparativa para medir los niveles de eficiencia en ambos tipos de Bokashi.

2. JUSTIFICACIÓN

La base principal de esta investigación se encuentra en la problemática de agricultura no sostenible, la cual se basa en monocultivos y sobreuso de los suelos sin respetar el ciclo de los nutrientes, la cual es una práctica muy común en la costa peruana. Las consecuencias de esta mala práctica son que pueden llegar a degradar los suelos y afectar su sostenibilidad productiva (FAO,2018), debido a que no se respeta los ciclos de los nutrientes, muchas veces a causa del monocultivo. Se tiene en cuenta el historial de fenómenos de la zona, principalmente el Niño Costero del 2017 donde los ríos que limitaban con las zonas de cultivo en El Carmen-Ica se desbordaron causando perdidas en cultivos y daños en los terrenos. En la mayor parte de los casos, el suelo queda dañado ya que recuperarlos es muy costoso y demanda bastante tiempo.

Actualmente se están elaborando alternativas para poder recuperar las características nutricionales del por medio del uso de fertilizantes químicos o sistemas tecnificados, sin embargo, estas tienen limitaciones para su implementación por el tiempo que toma y no son sostenibles, es por eso por lo que el uso del Bokashi es una buena alternativa para recuperar la salud del suelo (García, 2015).

El uso de los abonos orgánicos como el bokashi ser una opción más económica que ayudaría a los agricultores a utilizar los residuos orgánicos que se generan en las cosechas, y así puedan tener un ahorro en los costos de materiales, tratamiento y recuperación de los suelos (Ramos, 2014). La metodología es muy simple de replicar y es adaptable para la disponibilidad de materiales de cada agricultor.

Esta tesis a nivel experimental nos permitirá conocer el impacto del Bokashi en los suelos degradados por agricultura.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Objetivo General

- Evaluar los efectos del uso del bokashi en la recuperación de los suelos degradados por la actividad agrícola en la localidad de El Carmen, Ica-Perú.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de Bokashi más eficiente para recuperar la fertilidad natural de los suelos degradados.
- Determinar el efecto del Bokashi en la dinámica poblacional de la macrofauna y microfauna.
- Identificar el efecto del Bokashi en las propiedades físico y químicas del suelo.
- Evaluar la composición nutricional del Bokashi Tradicional y el Bokashi Fosfatado

CAPITULO II

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Características del Suelo

4.1.1. Físicas

Textura

Indica la composición del suelo en relación con la arena, arcilla y limo. Dependiendo del tipo de textura, se puede saber que tan difícil será el suelo al momento de trabajarlo, teniendo como ejemplo los suelos con alto porcentaje de arcilla que al ser muy pesados requieren más trabajo, además tienen una relación directa con la capacidad de retención de agua (FAO, 2009).

Color

El color en el suelo indica la composición, las condiciones y el tipo de uso que se le da al suelo. Un suelo con un color muy gris o pálido es clasificado como pobre, mientras aquellos que son muy oscuros indican que contienen materia orgánica en abundancia (FAO, 2009).

Estructura

Se refieren a la forma en la que las partículas individuales el suelo (arena, arcilla y limo) se agrupan para la formación de agregados. Entre estas estructuras, se forman poros de distintos tamaños, los cuales permiten el paso del agua y aire. Si la estructura es muy gruesa, entonces el agua no tiene facilidad de circular (FAO, 2009).

Densidad Aparente y Porosidad

Este parámetro se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco, reflejando la porosidad del suelo. Ambos parámetros se relacionan, si los valores son muy bajos, la porosidad del suelo es alta, mientras los valores altos indican una porosidad muy baja.

La porosidad indica la capacidad de infiltración del agua y la facilidad que tendrán las raíces de las plantas para poder esparcirse (FAO, 2009).

4.1.2. Químicas

pH

Es una característica química que utiliza una escala de medición para definir la acidez (<7) o alcalinidad (>7) de soluciones acuosas. Su importancia en el suelo reside en la relación entre variación del pH con el grado de solubilidad de minerales en el suelo (Osorio, 2012).

Capacidad de intercambio catiónico

Es la cantidad de cargas negativas, que tiene el complejo de cambio del suelo, el cual permite la absorción y liberación de los nutrientes en el suelo para las plantas; esta capacidad de cargas depende de la presencia del complejo arcillo húmico. Esta carga es la responsable de retener los cationes (K, Ca, Mg, Na, etc.), en cuanto mas CIC tenga un suelo, aumenta la habilidad de retención de nutrientes y podría indicar un nivel considerable de materia orgánica (FAO, 2021).

Materia Orgánica

Se denomina materia orgánica a la parte orgánica que cumple un rol esencial en el suelo, es producida en un proceso de descomposición de compuestos orgánicos de seres vivos (compuestos principalmente de carbono), tales como plantas y animales o los residuos de estos. Se la encuentra principalmente en la superficie, siendo la primera capa que se encuentra al momento de evaluar los horizontes del suelo (Julca-Otiniano et al., 2006)

Sus funciones se extienden desde almacenar y proveer nutrientes importantes como modificar las propiedades del suelo y mejorar los parámetros anteriormente mencionados.

Micronutrientes Disponibles

En este grupo de nutrientes esenciales se encuentran el Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe) y el Boro (B). Estos minerales participan en diversos procesos enzimáticos de ellas y solo en pequeñas cantidades en el suelo beneficia al crecimiento y rendimiento de los cultivos (Vistoso y Martínez, 2019).

Nitrógeno Total

Es uno de los macronutrientes que tiene mayor relevancia en la nutrición de las plantas. Su presencia en los suelos es muy amplia pero la asimilación, de manera catiónica, no es de manera directa. Su uso en la fertilización nitrogenada tiene un alto costo, pero es necesaria cuando se tiene una deficiencia edáfica considerable (FAO, 2021).

Potasio Disponible

Este nutriente es necesario en grandes cantidades, incluso igualando al nitrógeno en ciertos casos. Tiene un papel sumamente importante en la activación de enzimas, crecimiento meristemático y la fotosíntesis. Se clasifica en cuatro formas de acuerdo con su disponibilidad, las cuales son: Potasio en solución, intercambiable, no intercambiable y mineral (García y Quinke, 2012).

Fósforo Disponible

De acuerdo con la definición de Picone (2002) “el fósforo se puede clasificar según los cambios en su disponibilidad tanto para las plantas como para los microorganismos, además de tener un ciclo altamente complejo y dinámico relacionado con la acumulación de fósforo en la biomasa microbiana y la materia orgánica. Una porción menor está en forma soluble, en equilibrio con una porción lábil que comprende organofosfatos mineralizables y fosfato débilmente adsorbido en arcilla coloidal” (Monteza, 2020).

Sales disueltas

Las sales se encuentran naturalmente en el agua y el suelo, pero estas tienden a aumentar cuando existe una mala irrigación y por la zona en la que se cultiva. Estas sales disueltas están son: cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos de sodio, potasio, calcio y magnesio. En la costa, su acumulación se debe a un origen marino y por la excesiva evapotranspiración y poca precipitación de la zona (Ramírez, 2016).

4.1.3. Biológicas

Hongos

Los hongos tienen un papel importante en el suelo, siendo estos los que interactúan, y controlan en algunos casos, la población de bacterias, actinomicetos y pequeños invertebrados. Otra función es la descomposición y reciclaje de los nutrientes de las plantas, siendo un ejemplo su uso para la elaboración de abonos orgánicos (Pfenning, 2000).

Existen géneros benéficos, los cuales pueden ser usados para una relación simbiótica con las plantas ya que atacan otros hongos (*Trichoderma spp.*), como también para trasladar fósforo y nitrógeno en el suelo (*Aspergillus spp.*), creando un ambiente favorable para las plantas (Infante, Gonzales y Reyes, 2009).

Bacterias Ácido lácticas (Lactobacillus spp.)

Son microorganismos que, a partir de los carbohidratos y azúcares producidos por las levaduras y bacterias fototróficas, producen ácido láctico. Estas bacterias son las responsables de inhibir el crecimiento de microorganismos dañinos como el *Fusarium* y poblaciones de nematodos, mejorando el suelo para el correcto crecimiento de los cultivos (Tanya, 2019).

Macrofauna

Incluye a los invertebrados cuyo tamaño excede los 2 mm de diámetro, funcionando como indicador de la calidad del suelo. Debido a que la mayoría son invertebrados sedentarios, cuando existe una perturbación del suelo, estos tienen cambios notorios en su comportamiento y al ser fáciles de localizar, son un indicador ideal. Uno de los ejemplos más conocidos son las hormigas y escarabajos, los cuales contribuyen a la degradación y control biológico de los suelos (Cabrera, 2012).

4.2. Degradación de suelos

La degradación del suelo es un cambio en los parámetros del suelo que resulta en una disminución de la capacidad de los ecosistemas para producir o servir a sus beneficiarios. (FAO, 2018).

4.2.1. Actividades Agrícolas

La degradación de suelos es un problema frecuente en las actividades agrícolas, ya que en su mayoría se utiliza el monocultivo. Según el INEI (2012), en el 2000 Ica tenía 137,925 hectáreas destinadas a actividades agrícolas, ya para el 2012 el número subió a 599,503 hectáreas.

En el caso de Ica, la mayor parte de su superficie es catalogado como desierto costero, lo que implica altas cantidades de sal y una tierra con bastantes carencias. Agregando el mal uso del agua para riego, ya que en su mayoría se usa la inundación o canales mal ubicados, esto contribuye a que el suelo pierda su fertilidad natural e incremente su contenido de sales.

4.3. Abonos Orgánicos

Según la definición de Ramos (2014) “los abonos orgánicos son el resultado de la descomposición natural y/o descomposición de los residuos orgánicos por la acción de los microorganismos del ambiente o del propio abono, los cuales consumen y digieren la materia, aportan nutrientes al suelo y por ende benefician a las plantas. Este proceso está controlado y tiene la ventaja de acelerar la descomposición de los residuos de manera aerobia como anaerobia” (Monteza, 2020).

La ventaja de este tipo de fertilizante, además de su aporte económico y nutricional, es que también mejora las propiedades del suelo debido a una mayor disponibilidad de nutrientes, mayor retención de agua y actividad biológica (Ormeño y Ovalle, 2007).

4.3.1. Bokashi

Se utilizan residuos vegetales y animales, en el caso de las gallinas se recomienda el uso de residuos de gallinas de corral ya que presentan un mejor contenido de gallinaza y nitrógeno (Carhuancho, 2012). El Bokashi tiene distintas variaciones ya que su preparación es muy variable, pudiendo ser anaerobio o aerobio (Sarmiento et al., 2019).

Este tipo de abono tiene su origen en Japón, su nombre significa “materia orgánica fermentada”, cuyo objetivo principal es activar y aumentar la abundancia de microorganismos benéficos en el suelo, proporcionar a los cultivos una nutrición adecuada y aportar microorganismos al suelo (Monteza, 2020).

Otros beneficios son su bajo costo productivo (Salgado, 2017), uso reducido en productos sintéticos y al no utilizar amonio, se reduce la acidez del suelo.

De acuerdo con lo indicado por Raúl (2012) “se recomienda tener una fuente de agua cercana, ya que el bokashi requiere cierto nivel de contenido de agua durante todo su proceso de elaboración, además techar la zona de elaboración para evitar que pueda entrar agua de lluvia y los rayos del sol, evitando un retraso en el proceso productivo y posible alteración del Bokashi por un tiempo alargado en su descomposición” (Monteza, 2020). Por último, es muy importante tener todos los materiales triturados, picados o molidos con un diámetro no mayor a 2 cm, con el objetivo de acelerar el proceso de fermentación.

Ingredientes principales

La consistencia del Bokashi puede variar dependiendo de los materiales y condiciones disponibles en cada zona. Esto quiere decir que no existe una fórmula precisa de los ingredientes ni cantidades, ya que queda al criterio de cada agricultor. La FAO (2017) establece que “la parte más importante de este fertilizante orgánico fermentado es el suministro de microorganismos benéficos, la combinación de fermentación alcohólica a una temperatura de 40-55°C asegura la velocidad del proceso de fermentación y aumenta la actividad de eliminación de microorganismos patógenos”.

El ingrediente principal es la gallinaza, de preferencia de gallinas de corral que no están destinadas al engorde, esta es una fuente importante de nitrógeno. La levadura es considerada como la fuente principal para la inoculación de microorganismos en la fabricación de abonos orgánicos fermentados (Berrios & Villegas, 2020) mientras que la melaza favorece a la actividad microbiológica, debido a que aporta los nutrientes principales (potasio, calcio, fósforo, magnesio) y micronutrientes principales (zinc y hierro) (Conil, 2006). El rastrojo verde aporta energía, en forma de carbohidratos, para los microorganismos y el silicio para aumentar la resistencia en las plantas hacia las plagas (Villagómez, 2014).

Los ingredientes secos como la cal agrícola regulan la acidez que se puede presentar durante el proceso de fermentación del Bokashi, y este elemento puede ser reemplazado por ceniza de los fogones o polvo de las piedras para un mayor aporte de nutrientes al proceso. La cascarilla de

arroz favorece la aireación del Bokashi, así como la absorción de la humedad y filtración de agua, nutrientes y la actividad de micro y macroorganismos en la tierra, principalmente en el desarrollo del sistema radicular en plantas (Berrios & Villegas, 2020). El rastrojo seco regula la relación material húmedo/seco del Bokashi porque cuando la humedad es muy alta, se puede podrir y no fermenta adecuadamente. (Cajusol & Moisupe, 2018)

4.3.2. Ácidos Húmicos y Fulvicos

Las sustancias húmicas están compuestas de macromoléculas orgánicas, las cuales poseen una estructura química compleja y se originan de la actividad enzimática de los microorganismos en la degradación de las plantas y animales. Su composición incluye los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas residuales (Caron et., 2015).

Los ácidos húmicos son precipitados de color oscuros con alta solubilidad en disolventes orgánicos y ácidos minerales. Tienen alto contenido en nitrógeno y ácidos carboxílicos. Sus efectos en el suelo son más persistentes y mejoran la capacidad de intercambio catiónico.

Los ácidos fúlvicos son similares estructuralmente a los ácidos húmicos, pero sus compuestos fenólicos y grupos carboxílicos se encuentran en mayor cantidad, a diferencia de las sustancias aromáticas que están en menor cantidad. Sus efectos son más rápidos y temporales, mejorando la fijación de las raíces (Baldotto y Baldotto, 2014).

4.4. Fosfato di amónico

El Fosfato di amónico (DAP) es un fertilizante granulado muy utilizado en la agricultura, cuya composición se divide en Fósforo (46%), Nitrógeno (18%), Azufre (1.1%) y Magnesio (0.9%). El fósforo se encuentra en forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5) y el nitrógeno en forma amoniacal (NH_4), por lo que se recomienda su uso en suelos base o alcalinos principalmente.

Algunas ventajas de este fertilizante son que su contenido de fósforo y nitrógeno es considerablemente alto y es completamente soluble en agua, por lo que libera los nutrientes con

más facilidad, y también que su precio es casi fijo, a diferencia de otros productos específicos que sufren variaciones en los precios dependiendo de la demanda (Ventimiglia & Torrens, 2021).

CAPITULO III

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Área de Estudio

Esta investigación fue realizada en el distrito de El Carmen, provincia de Chincha, departamento de Ica. Su principal actividad económica es la agricultura, siendo su principal cultivo la palta.



Figura 1. Ubicación de El Carmen, Chincha (izquierda) y Mapa distrital del distrito de El Carmen (derecha)

Se encuentra en el área de explotación de Ica y, según el SENAMHI, la temperatura promedio oscila entre los 28 °C. La precipitación más alta se da entre enero y febrero con un promedio de 2.9 mm/mes. El clima es principalmente seco y soleado, tiene fuentes cercanas de agua como el río Matagente.

5.2. Diseño Experimental

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, en el cual se utilizaron 3 tratamientos con tres repeticiones cada uno:

- **T0:** control al cual solo se aplicó agua en días programados
- **T1:** Bokashi tradicional y riego en días programados
- **T2:** Bokashi fosfatado y riego en días programados

Tabla 1. Disposición de tratamientos en el diseño experimental completamente aleatorio al azar (DCA) en la parcela instalada en “El Carmen”, Chincha, Ica

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3
T0R1	T2R3	T1R3
T1R1	T0R3	T2R2
T2R1	T1R2	T0R2

5.3. Preparación del área de estudio

5.3.1. Área de preparación de Bokashi

En base a las cantidades de Bokashi a fabricar se determinaron las medidas adecuadas para el área de compostaje. Se utilizó la madera disponible para la elaboración de las columnas de soporte y se recubrió con la lona verde (malla raschel) para evitar el contacto directo con el sol.

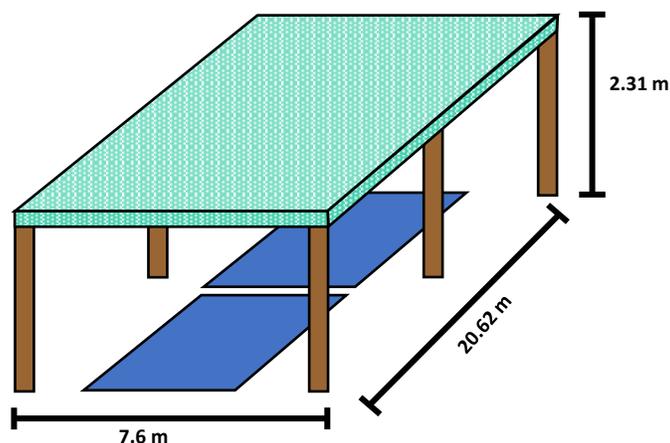


Figura 2. Diseño del área de Bokashi preparada

Para proteger el suelo de posibles filtraciones, se colocó en cada lugar de preparación de Bokashi una manta de plástico de doble capa, el cual se aseguró con piedras. Se cavaron canales al costado de cada área de compostaje para poder filtrar los ácidos húmicos y fúlvicos, estos fueron llevados con otra empresa para su disposición.

5.3.2. Área de evaluación

El área elegida para el tratamiento estaba designada para el cultivo de pecanas. Se delimito un área de 20 m², en la cual se dividieron 9 cuadrados de 6m² de área y con un metro de distancia entre ellos. Previamente al tratamiento, el área fue arada para reducir el número de piedras debido a que el terreno es sumamente rocoso.

La codificación de cada área se dio de manera aleatoria y se colocó una etiqueta a cada cuadrado para diferenciar los tratamientos.

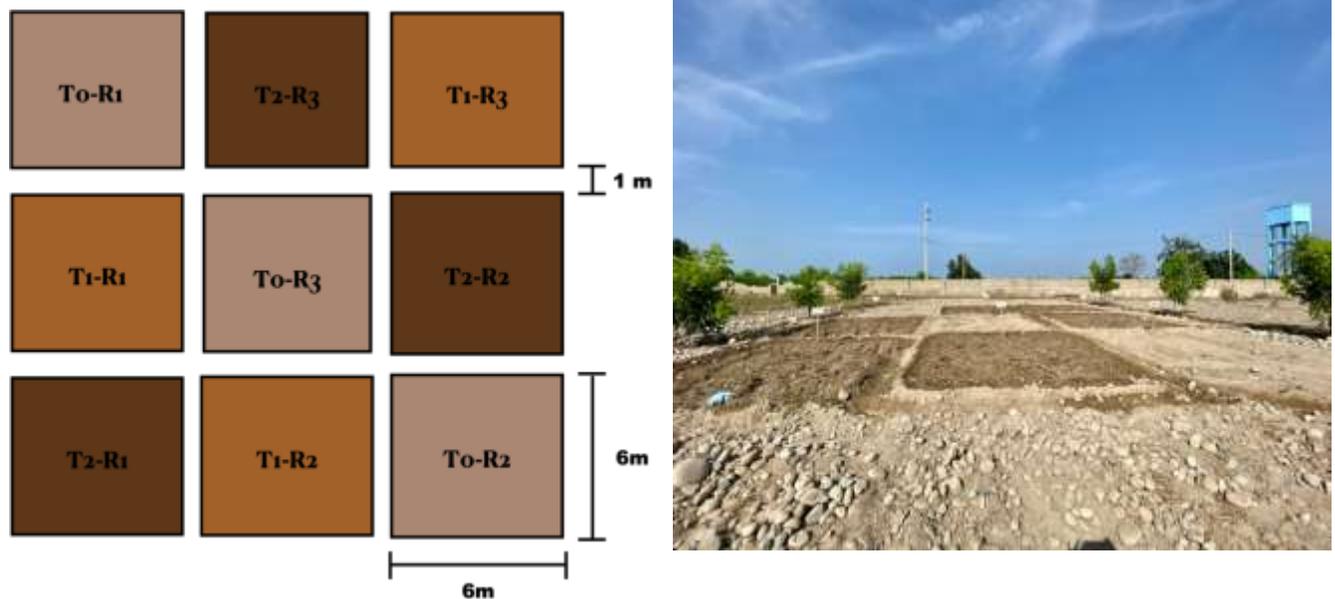


Figura 3. Modelo de cómo se dividieron los bloques (derecha) y como se aplicó en el terreno (izquierda)

5.4. Obtención de materiales

La materia seca se obtuvo de los mismos agricultores de la zona, ya que en su mayoría terminan conformando los residuos de los agricultores de la zona. Se les avisó previamente a algunos agricultores sobre el recojo de la chala, hojas y tallos de camote y hojas de palta.

Los materiales que se adquirieron en tienda fue el plástico de doble capa, la Cal, la melaza, cascarilla de arroz y el fosfato diamónico.

5.5. Preparación del Bokashi

5.5.1. Bokashi Tradicional

Composición y Elaboración

La cantidad de los insumos se basó en las recomendaciones de la FAO en su documento “Elaboración y uso de Bocashi” (FAO, 2011). La primera etapa de elaboración consistió en la preparación de la parte líquida, cuyos componentes y pesos se especifican en la Tabla 2.

Tabla 2. Medidas de la fase líquida del Bokashi Tradicional

INGREDIENTES	CANTIDAD PARA 2250 KG DE BOKASHI
Levadura de pan	0.5 kg
Melaza	12 litros
Agua	182 litros

En la segunda etapa de elaboración, se pesaron todos los ingredientes para obtener la medida exacta de 2250 kg, la cual se explica en la Tabla 3. Luego se procedió a colocar cada ingrediente en capas con el orden determinado en la Figura 4, esto para facilitar su manejo.

Tabla 3. Medidas de los ingredientes para la fabricación del Bokashi Tradicional

INGREDIENTES	CANTIDAD PARA 2250 KG DE BOKASHI
Cal Agrícola	10
Cascarilla de arroz	215
Rastrojo seco (Chala de maíz)	600
Gallinaza	325
Estiércol	325
Rastrojo verde (Hoja y tallo de camote)	775

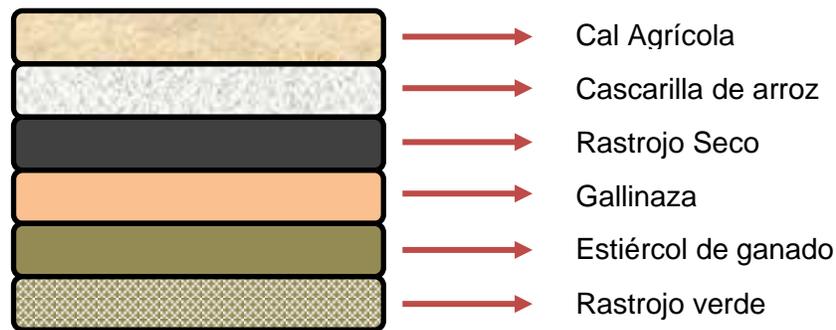


Figura 4. Estructura del Bokashi Tradicional

Utilizando la mezcla líquida anteriormente mencionada, se procedió a regar toda la pila mientras se mezclaban los ingredientes utilizando lampas. Cuando la pila ya se encontraba totalmente mezclada, se la cubrió con el plástico y sello utilizando piedras, dejando un espacio en uno de los extremos para la filtración de los ácidos húmicos y fúlvicos.

Se estableció un calendario para mover y regar el Bokashi cada 3 días, en los cuales también se estuvo monitoreando su humedad, temperatura y pH, así como se observó la presencia de insectos.

Control de Tº y pH

Para ambos Bokashi se utilizó el instrumento “Soil Survey Instrument” se estuvo controlando la Temperatura y pH durante todo el proceso de fabricación de los Bokashi, tomando en cuenta las recomendaciones de la FAO. Las mediciones se realizaban en tres puntos distintos.



Figura 5. Foto del uso del aparato para el monitoreo de T° y pH

5.5.2. Bokashi Fosfatado

Composición y Elaboración

La primera etapa de elaboración consistió en la preparación de la parte líquida, cuyos componentes y pesos se especifican en la Tabla 4.

Tabla 4. Medidas de la primera fase líquida del Bokashi Fosfatado

INGREDIENTES	CANTIDAD PARA 2250 KG DE BOKASHI
Levadura de pan	0.5 kg
Melaza	12 litros
Agua	182 litros

En la segunda etapa de elaboración, se pesaron todos los ingredientes para obtener la medida exacta de 2250 kg, la cual se explica en la Tabla 5. Luego se procedió a colocar cada ingrediente en capas con el orden determinado en la Figura 6, esto para facilitar su manejo.

Tabla 5. Medidas de los ingredientes para la fabricación del Bokashi Fosfatado

INGREDIENTES	CANTIDAD PARA 2300 KG DE BOKASHI
Cal Agrícola	10
Cascarilla de arroz	215
Rastrojo seco (Chala de maíz)	500
Gallinaza	400
Estiércol	400
Rastrojo verde (Hoja de palta y camote)	675
Fosfato di Amónico	50



Figura 6. Estructura del Bokashi Fosfatado

Utilizando la mezcla líquida anteriormente mencionada, se procedió a regar toda la pila mientras se mezclaban los ingredientes utilizando lampas. Cuando la pila ya se encontraba totalmente mezclada, se la cubrió con el plástico y sello utilizando piedras, dejando un espacio en uno de los extremos para la filtración de los ácidos húmicos y fúlvicos.

Se estableció un calendario para mover y regar el Bokashi cada 3 días, en los cuales también se estuvo monitoreando su humedad, temperatura y pH, así como la presencia de insectos.

5.5.3. Toma de muestra

Las muestras de ambos Bokashi fueron obtenidas al mezclar una muestra de ambos extremos y el centro, para la obtención de una muestra representativa, mientras que los ácidos húmicos y fúlvicos fueron obtenidos en la recolección de los canales.

5.6. Aplicación de los tratamientos

Se pesaron en sacos todo el contenido de ambos Bokashi para obtener su peso final, el cual varió con el inicial. Sus pesos totales fueron los siguientes:

- Bokashi Tradicional: 1748 kg
- Bokashi Fosfatado: 1680 kg

Después se aplicó la cantidad de 550 kg de cada Bokashi al área experimental en función a cada uno de los tratamientos del suelo. El traslado fue por carretillas y sacos hacia las parcelas, la cual ya se encontraba preparada para la toma de muestras iniciales luego de la aplicación. Al aplicarse el Bokashi, se procedió a mezclarlo con la tierra y regarlo para que se integre más rápido al suelo.

El sobrante de ambos Bokashi fue guardado en sacos y reservado para cualquier inconveniente futuro. Las etiquetas se colocaron al día siguiente de la aplicación.



Figura 7. Foto del terreno después de la aplicación

5.7. Muestreo de suelos

Se realizó un muestreo representativo en el día 1 de tratamiento y en el día 30 de incubación. Se excavaron 5 hoyos de un metro de profundidad en cada zona, luego se procedió a incorporar todas las muestras de tierra obtenida y se extrajo una sola muestra representativa de cada bloque.

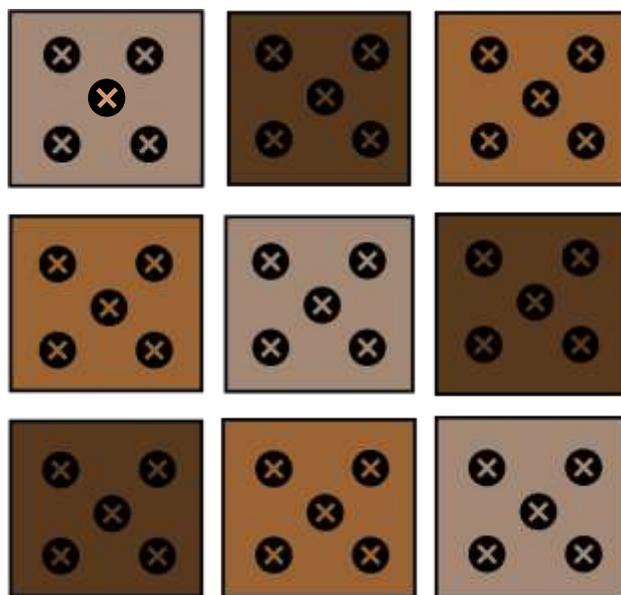


Figura 8. Croquis de los lugares donde se excavaron los hoyos para las muestras

5.8. Medición de parámetros en campo

5.8.1. Densidad Aparente y Porosidad

El método de cilindro es muy sencillo y práctico de utilizar. Consiste en usar un cilindro de material duro, de preferencia metálico, tomar un volumen de suelo para calentarlo en un horno a 105°C durante 24 horas.

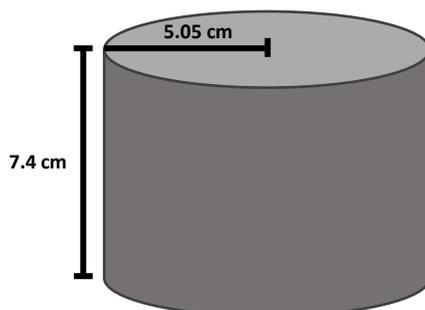


Figura 9. Medidas del Cilindro utilizado

El cilindro utilizado era de metal con una medida de 7.4cm x 10.1cm, y para el cabezal se utilizó uno de metal. Los lugares para la recolección fueron decididos por azar. Se colocó el cilindro en el punto elegido y luego el cabezal encima de este para empezar a clavarlo en el suelo, finalmente se extrajo el cilindro y se eliminó el suelo sobrante con una lampa, para colocar el volumen en una bolsa ziploc previamente rotulada. Las bolas con muestras se dejaron al sol hasta que la tierra estaba completamente seca, lo cual consistió en 2 días. Lo primero antes de la obtención de datos fue obtener el volumen del cilindro.

$$V_{cilindro} = r^2 \times \pi \times h$$

r: radio del cilindro

h: altura del cilindro

Cada muestra de suelo fue pesada en una balanza y anotada como peso seco. La densidad aparente viene determinada por la relación entre el peso seco obtenido y el volumen correspondiente como lo indica la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{m}{V}$$

m: peso seco (g)

V: volumen del cilindro (cm³)

La porosidad se expresó en porcentaje total del volumen del suelo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Po = \left(1 - \frac{Da}{Dr}\right) \times 100$$

Da: Densidad aparente (g/cm³)

Dr: Densidad real (g/cm³)

5.8.2. pH en campo

Para la medición de pH en el campo, se utilizó el instrumento “Soil Survey Instruemnt”. Se recolecto suelo y se le agregó agua destilada para facilitar su medición del parámetro. Los resultados fueron comparados con los obtenidos en laboratorio.

5.8.3. Captura de microorganismos

Este método es una alternativa económica accesible para el conteo y reconocimiento de microorganismos presentes en el suelo. Primero se rotulo el vaso en base a la codificación de la Tabla 1, luego se colocó arroz cocido en un vaso, dejando un espacio vacío, y se lo sello con gaza. Se lo coloco en el suelo de modo que la gaza entra en contacto con el suelo, a una profundidad de 30cm (Figura. 10). Se hicieron 2 repeticiones con 15 días de diferencia y se colocaron 2 vasos con arroz por cada cuadrado (Figura 11.).

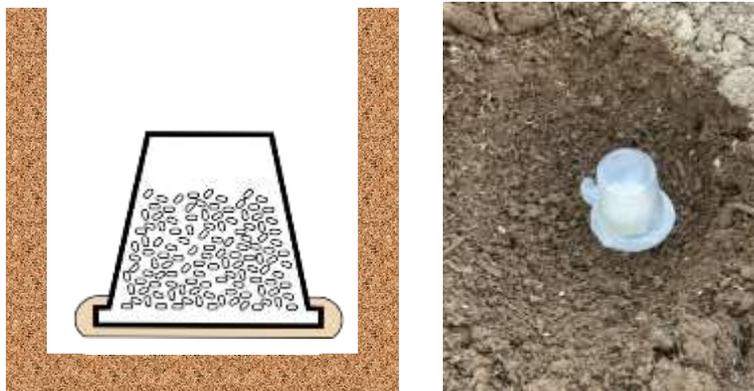


Figura 10. Imagen de la forma correcta en la que se coloca el vaso y foto del vaso antes de enterrarlo (derecha)

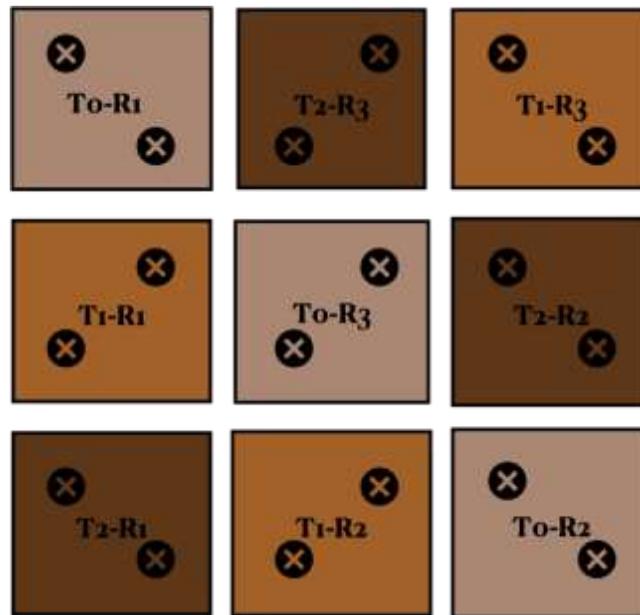


Figura 11. Croquis de los lugares donde se colocaron los vasos

Pasados los 15 días, se desenterraron los vasos con mucho cuidado y se procedió a evaluar la cantidad y tipo de microorganismos que estaban presentes. En este caso, se utilizó una lupa y pinzas para tener una mejor visión de todos los hongos en el arroz.

Los microorganismos se dividieron en bacterias ácido lácticas y hongos benéficos y patógenos.

5.9. Medición de parámetros en laboratorio

Las evaluaciones de Análisis de suelo, micronutrientes disponibles y la enmienda orgánica de ambos tipos de Bokashi fueron evaluados en el Laboratorio de Química Agrícola del Instituto de Valle Grande en Cañete, Lima. Los tratamientos están establecidos en el Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y agua con fines de riesgo (MINEM, 2017).

Se eligió este laboratorio debido a que la empresa que financio esta tesis ya tiene experiencia y confianza trabajando con ellos.

Tabla 6. Análisis de laboratorio Valle Grande

PARÁMETRO	METODO	ANÁLISIS DE LABORATORIO
Textura	MES – 001	Bouyoucos
Porcentaje de saturación de agua	MES – 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio total	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad eléctrica	MES – 004	Electrométrico
pH	MES – 005	Electrométrico
Fosforo Disponible	MES – 006	Olsen
Materia Organica	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno total	MES – 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	MES – 009	Acetato de amonio

Tabla 7. Análisis de laboratorio de cationes cambiabiles

CATIONES CAMBIABLES (extractante: ac. Amonio)		
PARAMETRO	METODO	ANÁLISIS DE LABORATORIO
Calcio	MES – 010	FAAS
Magnesio	MES – 011	FAAS

Sodio	MES – 012	FAAS
Potasio	MES – 013	FAAS
P.S.I.	MES – 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	MES - 017	Cálculo Matemático

Tabla 8. Análisis de laboratorio de sales disueltas

PARAMETRO	METODO	ANÁLISIS DE LABORATORIO
Cloruro	SM 4500 CL – B	Argenlométrico
Sulfato	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	MEA – 001	Colorimétrico
Carbonato	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	EPA 242.1	FAAS
Sodio	EPA 273.1	FAAS
Potasio	EPA 258.1	FAAS
Boro	ISO 9390.1990	Colorimétrico

Tabla 9. Análisis de laboratorio de micronutrientes disponibles

PARAMETRO	METODO	ANÁLISIS DE LABORATORIO
Cobre disponible	ppm	FAAS
Zinc disponible	ppm	FAAS
Magnesio disponible	ppm	FAAS
Hierro disponible	ppm	FAAS
Boro disponible	ppm	Colorimétrico

*FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

5.10. Análisis Estadístico

El estudio tuvo 3 repeticiones de cada tratamiento, y los datos obtenidos fueron promediados y organizados por fecha y tratamiento. Se tomaron datos en dos tiempos diferentes, al inicio y al final de tratamiento (30 días).

El programa estadístico utilizado fue el programa SPSS, donde los parámetros del suelo pasaron por análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para la comparación de tratamientos y determinar las diferencias significativas.

En el caso de la conductividad eléctrica, se realizó la Prueba T de variables independientes para verificar si hay diferencia significativa entre la etapa inicial y final de cada tratamiento.

CAPITULO IV

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Enmienda Orgánica de Bokashi Tracional y Fosfatado

6.1.1. Ácidos Humicos y Fulvicos

Según la Tabla 10, el BK-1 presenta un equilibrio entre porcentajes de ácidos húmicos y fúlvicos, mientras en BK-2 el porcentaje de ácido húmico es mayor al de ácidos fúlvicos.

Tabla 10. Resultados de análisis de porcentaje Ácidos Humicos y Fulvicos

	Ácido Húmico (%)	Ácido Fúlvico (%)
BK-1	0.16	0.15
BK-2	0.29	0.04

Esta variación contrasta con los resultados del estudio de Rodríguez et al. (2010) sobre extracción de Ácidos Humicos utilizando diferentes compost. En el estudio se establece que los compost que tenían como materia elemental el estiércol y rastrojo de maíz fueron los que tuvieron porcentajes más sobresalientes de Ácidos Humicos, en diferencia a los que tenían resto de fruta. En otro estudio, donde se utilizó la gallinaza como materia prima para compostaje, se obtuvieron resultados favorables y altos en cuestión a los Ácidos Humicos (Largo et al., 2019). Por lo tanto, esta diferencia se da por la diferencia en las cantidades de estiércol bovino que se aplicó en cada compostaje como se muestra en las tablas 3 y 5 de la metodología de esta tesis.

La formación de los ácidos húmicos está directamente influenciada por las características de la materia elemental o prima utilizada, la actividad microbiana de los organismos benéficos el pH, la humedad y relación C/N; estos factores interactúan entre sí para generar mayor cantidad de esta sustancia (Guo et al.,2019).

6.1.2. Nutrientes

Según la Tabla 11, 11 y 12, el BK-2 supera al BK-1 en los parámetros presentados, a excepción del pH, materia orgánica, C/N y Carbono orgánico y Boro. Esto indicaría que el Bokashi Fosfatado es una mejor alternativa si solo se toma en cuenta los parámetros que presentan mayores valores.

Tabla 11. Resultados de análisis de características de los Bokashi

PARAMETRO	BOKASHI TRADICIONAL	BOKASHI FOSFATADO
C/N	24.11	20.96
pH	8.54	8.01
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	3.84	7.77

En ambos Bokashi, no hubo mucha diferencia significativa en el pH, ya que ambos oscilaron entre 7.8 - 8.8 tal como establece Restrepo-Rivera (2007), y esto se debe a la naturaleza de los materiales que se usan para su fabricación. Durante todo el proceso se monitoreo que el pH no excediera esa escala. En este caso el BK-1 tuvo un pH mayor, con un valor de 8.54, lo que lo hace alcalino, esto puede estar relacionado con la formación de amoníaco en la descomposición de las proteínas y la formación de ácidos orgánicos (Sanchez-Mnedero et al., 2001).

La relación C/N es muy importante en los abonos orgánicos, es por eso por lo que distintas investigaciones coinciden que la relación C/N óptima para el Bokashi debe ser de mayor de 20 (Ramos Agüero et al., 2014). Cuando el valor de C/N es menor, la Materia Organica tiende a degradarse de forma más rápida, eso significa que, la velocidad de descomposición del abono y la mineralización de sus nutrimentos es adecuada. Los resultados del BK-1 (24.11) y BK-2 (20.96) los posicionan dentro de la escala.

Los resultados también mostraron una diferencia significativa entre la Conductividad eléctrica (CE) de ambos Bokashi, siendo el mayor valor el obtenido por el Bokashi Fosfatado (7.77 dS/m).

Este parámetro es muy variable, ya que es muy común que aumente durante el compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica. Durante este proceso se incrementa la concentración de sales, que tiene una relación directa con la conductividad eléctrica (Marreno et al., 2018). Los resultados de la CE en el BK2 contrastan con los obtenidos en el T2, donde los valores de las sales en el suelo son mayores a los de T1, excluyendo al Bicarbonato.

El valor obtenido en el Bokashi Fosfatado es muy alto, ya que debe oscilar entre 0.5 dS/m y 4 dS/m según las recomendaciones en el estudio de Chavez (2015). Los valores altos ocurren cuando la concentración de sales es más elevada.

Tabla 12. Resultados de análisis de Nutrientes de los Bokashi (%)

PARÁMETRO	BOKASHI TRADICIONAL	BOKASHI FOSFATADO
	(%)	(%)
CARBONATO DE CALCIO	3.72	3.51
MATERIA ORGANICA	14.97	13.37
AZUFRE TOTAL (S)	0.08	0.16
CALCIO TOTAL (CaO)	1.74	2.34
CARBONO ORGÁNICO	8.68	7.75
COLORO TOTAL (Cl)	0.05	0.12
FÓSFORO TOTAL (P₂O₅)	0.49	1.74
MAGNESIO TOTAL (MgO)	0.29	0.42
NITRÓGENO TOTAL (N_T)	0.36	0.37
POTASIO TOTAL (K₂O)	0.48	0.9
SODIO TOTAL (Na)	0.12	0.25

Tabla 13. Resultados de análisis de Micronutrientes de los Bokashi (ppm)

PARÁMETRO	BOKASHI TRADICIONAL	BOKASHI FOSFATADO
	(ppm)	(ppm)
BORO TOTAL (B)	21	15
COBRE TOTAL (Cu)	6.7	11.35
HIERRO TOTAL (Fe)	329.5	580.5
MANGANESO TOTAL (Mn)	81.85	112.2
ZINC TOTAL (Zn)	44.75	56.75

El Fosforo Total fue mayor en el Bokashi Fosfatado (BK-2), con un valor de 1.74% a comparación del 0.49% del Bokashi Tradicional (BK-1). Esto está directamente relacionado a la adición del Fosfato di amónico al BK-2 y estos valores contrastan con los obtenidos en la investigación de Yong (2020) donde se utilizaron diferentes dosis de Bokashi hecho de abono de rúmiales, estos obtuvieron resultados de entre 0.14-0.7 %, ubicando los resultados de BK-1 y BK-2 dentro de esa escala, y en el caso de BK-2 superándola.

En el caso del Nitrógeno Total, ambos Bokashi presentaron niveles bajos en los porcentajes de este nutriente, como se muestra en la tabla 6. Según la investigación de Escudero-de-Fonseca et al., (2012), los Bokashi obtenidos de su experimentación, tuvieron valores de Nitrógeno desde 0.69 a 1.06 % respectivamente, por lo que se puede concluir que faltó la inclusión de más materiales ricos en Nitrógeno.

La presencia de Potasio total fue mayor en BK-2 (0.9 %) a comparación del BK-1 (0.48%), estos valores son comparados con la investigación de Yong (2020), que utilizó residuos rúmiales al 25%-75%, obteniendo resultados de 0.11-0.27 %, lo que sitúa a los resultados obtenidos en esta investigación por sobre los expresados en la literatura citada.

Los porcentajes de Calcio, Azufre y Sodio son mayores en BK-2, mientras que solo el magnesio es mayor en BK-1 tal como se ve en la Tabla 6. Estos resultados contrastan con los obtenidos en el estudio de Yong (2020) y Mendivil-Lugo (2020). Por otro lado, Los valores obtenidos en los

elementos secundarios presentados en la Tabla 13 fueron mayores en el Bokashi Fosfatado (BK-2), excepción del Boro donde el Bokashi Tradicional fue mayor. Si se comparan con la literatura, se da por hecho que no fueron tan altos como se esperaba, esto puede estar relacionado con la cantidad de materia orgánica utilizada en relación con el rastrojo seco, ya que esta es la que aporta los nutrientes principalmente (Arrieta et al., 2018).

La cantidad de micronutrientes en la enmienda orgánica también tiene una relación con el valor del pH. Los sustratos orgánicos contienen fósforo, manganeso, zinc y hierro y por lo tanto incrementan su presencia cuando están en un pH menor (Barbaro et al., 2013). En los resultados obtenidos, se cumple esta relación ya que el Bokashi Fosfatado (pH=8.01) presenta mayores valores de estos sustratos en comparación al Bokashi Tradicional (pH=8.54). Otra relación de estos micronutrientes está en el abono y gallinaza porque incrementan la disponibilidad de nutrientes en el compost (FAO, 2017). Los valores son mayores en el Bokashi Fosfatado, el cual tuvo 100kg más de gallinaza y estiércol en su composición a diferencia del Bokashi Tradicional. Estos resultados son similares a los de Ramos et al. (2014) donde se obtienen valores similares en los micronutrientes en el compostaje del Bokashi con restos de plátano.

6.2. Suelos

6.2.1. Características Principales

pH

Los resultados del ANOVA inicial ($p=0.533$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que en el ANOVA final ($p=0.002$) se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

Al inicio se muestra que los tres tratamientos no tuvieron diferencia significativa (Anexo 2). En la etapa final se observa que no existe diferencia significativa entre el tratamiento T0 (7.9) y T2 (7.9), pero sí de ambos con T1 (8.4). En la Figura 12 se observa que el pH aumentó significativamente en T1 con el uso del Bokashi Tradicional, pero se mantuvo en T0. La variación del pH en el Tratamiento 1 se debe a que el Bokashi Tradicional demostró tener un pH más elevado, como se muestra en la tabla 6. El valor del pH obtenido con el Bokashi Fosfatado es clasificado como un suelo moderadamente alcalino, pero en el caso del suelo con Bokashi

Tradicional es clasificado como muy alcalino, siendo esto una limitación determinante en los micronutrientes. (Cremona, 2020)

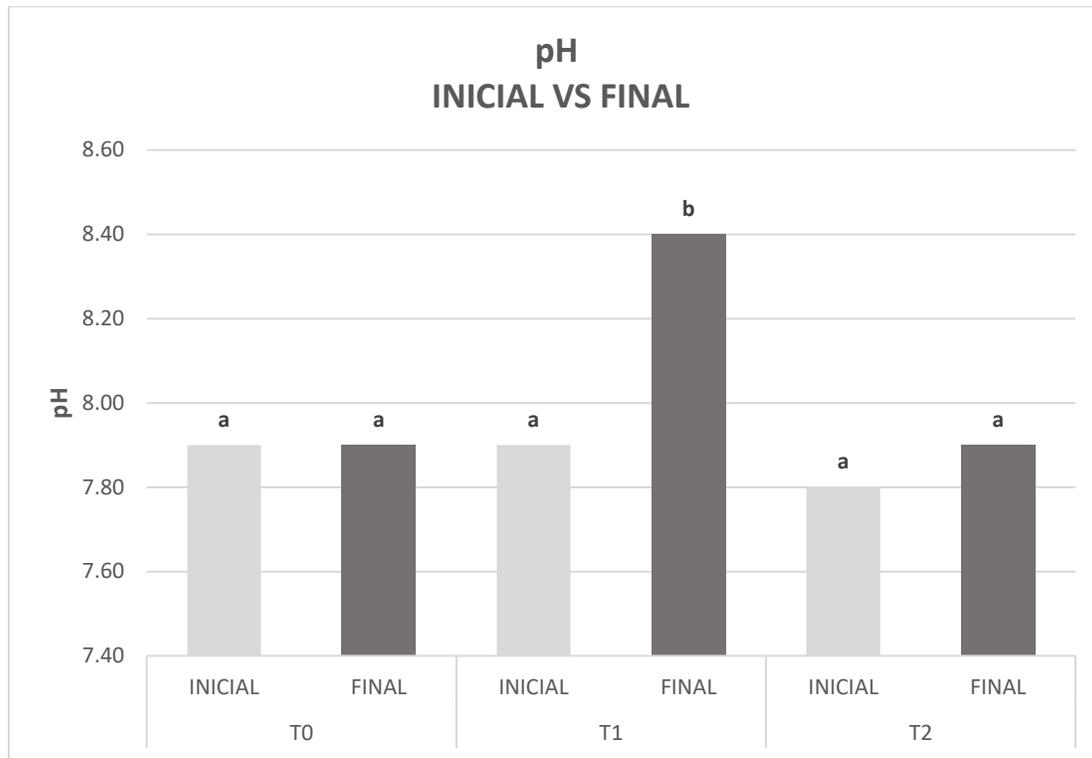


Figura 12. pH en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Conductividad Eléctrica

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos en la etapa inicial y final, la diferencia es la que se compara de cada tratamiento. Los resultados de la Prueba T de muestras independientes registraron diferencias significativas entre la etapa inicial y final de T0 ($p=0.037$) y T1 ($p=0.001$), pero no hubo diferencia significativa entre la etapa inicial y final del T2 ($p=0.99$) (Anexo 5).

En la Figura 15 se observa que la conductividad eléctrica tuvo una reducción significativa en los tratamientos T0 y T1, el menor valor fue de 3.116 dS/m, siendo el valor más representativo de un suelo salino en el caso del T1, ya que debe tener un valor de 4 ds/m o más. Está relacionado directamente con la salinidad del suelo, por lo que mantiene una relación con la disminución de la mayor parte de sales disueltas, a excepción del cloruro, magnesio y sodio en forma de sales (Partida-Ruvalcaba, 2006).

La mayor reducción en la conductividad eléctrica se dio en el T1, se contrasta con la reducción de la mayor parte de las sales disueltas del suelo como se muestra más adelante, los resultados son similares a los obtenidos en el estudio comparativo de lombricompost y bokashi, donde este último presentó niveles de salinidad más bajos y por tanto su conductividad eléctrica era menor (Medina, 2014).

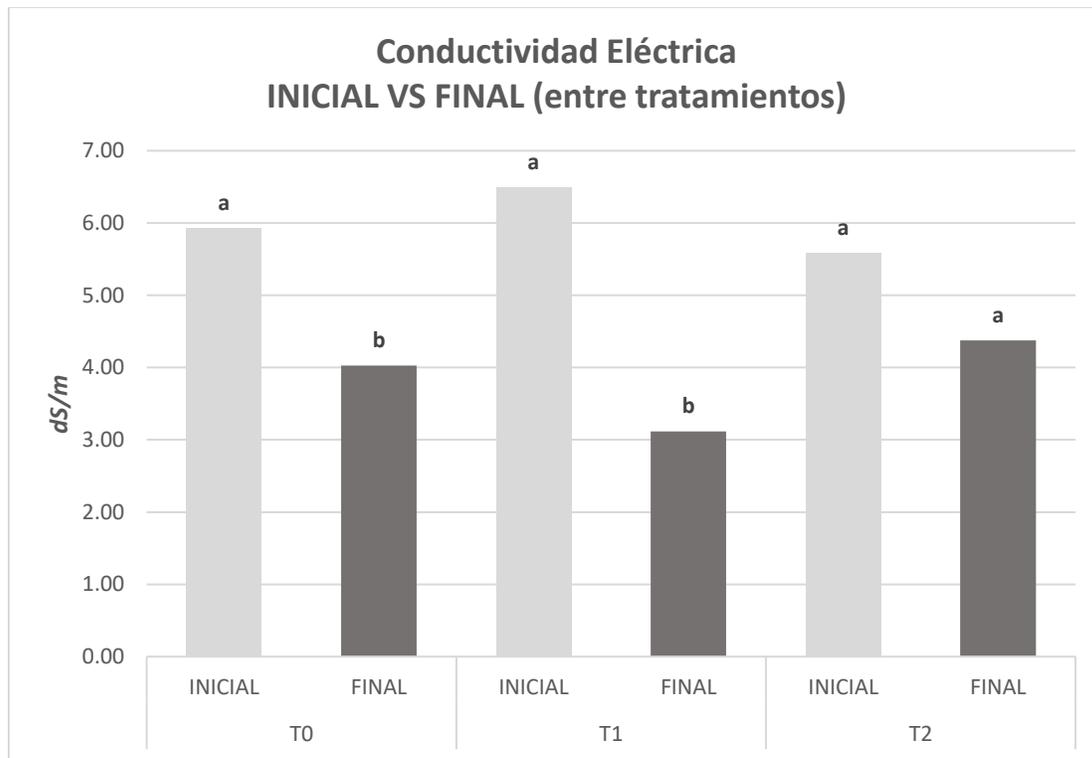


Figura 13. Conductividad Eléctrica en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Densidad Aparente

Los resultados del ANOVA inicial ($p=0.044$) registran diferencias significativas entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final ($p<0.001$) Anexo 3).

En la prueba Tukey, al inicio se muestra que T2 no tiene diferencias significativas con T0 y T1, pero T0 sí presenta diferencias significativas con T1 (Anexo 2). En la etapa final, los tres tratamientos presentan diferencias significativas entre sí (Anexo 4). En la Figura 14 se observa que la Densidad Aparente disminuyó en los tratamientos T1 (0.981 g/cm^3) y T2 (1.218 g/cm^3) con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 (1.578 g/cm^3) donde solo se regó.

La densidad aparente está relacionada con la textura del suelo, la cantidad materia orgánica y el riego (Rubio, 2010). Tiene una relación inversa con la porosidad, ya que cuando la densidad aparente se reduce, la porosidad aumenta, permitiendo un correcto alongamiento de las raíces de las plantas y correcta filtración del agua y aire (Hossne & Americo, 2008). En este caso, los tres tratamientos tuvieron una reducción de la Densidad aparente, lo cual indica que fue debido al riego y labranza de las parcelas, teniendo valores un poco más bajos en los tratamientos donde se aplicó el Bokashi.

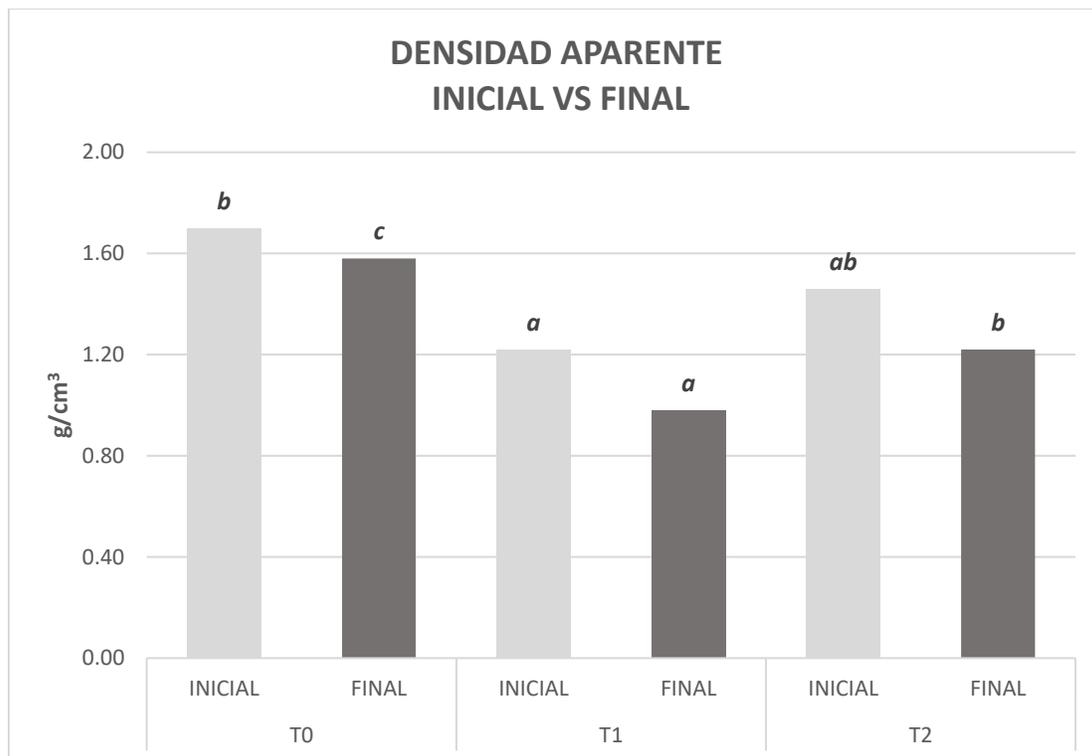


Figura 14. Porcentaje de Densidad Aparente en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Porosidad

Los resultados del ANOVA inicial ($p=0.044$) registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final ($p<0.001$) donde también se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la prueba Tukey, al inicio se muestra que T2 no tiene diferencias significativas con T0 y T1, pero T0 si presenta diferencias significativas con T1 (Anexo 2). En la etapa final, los tres

tratamientos presentan diferencias significativas entre sí (Anexo 4). En la Figura 15 se observa que la Porosidad aumento en los tratamientos T1 (62.977%) y T2 (54.024%) con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 (40.424%) donde solo se regó. Esto significaría una mejora en la capacidad de filtración de agua y aire en el suelo, lo que beneficiaría a los futuros cultivos para poder extender sus raíces.

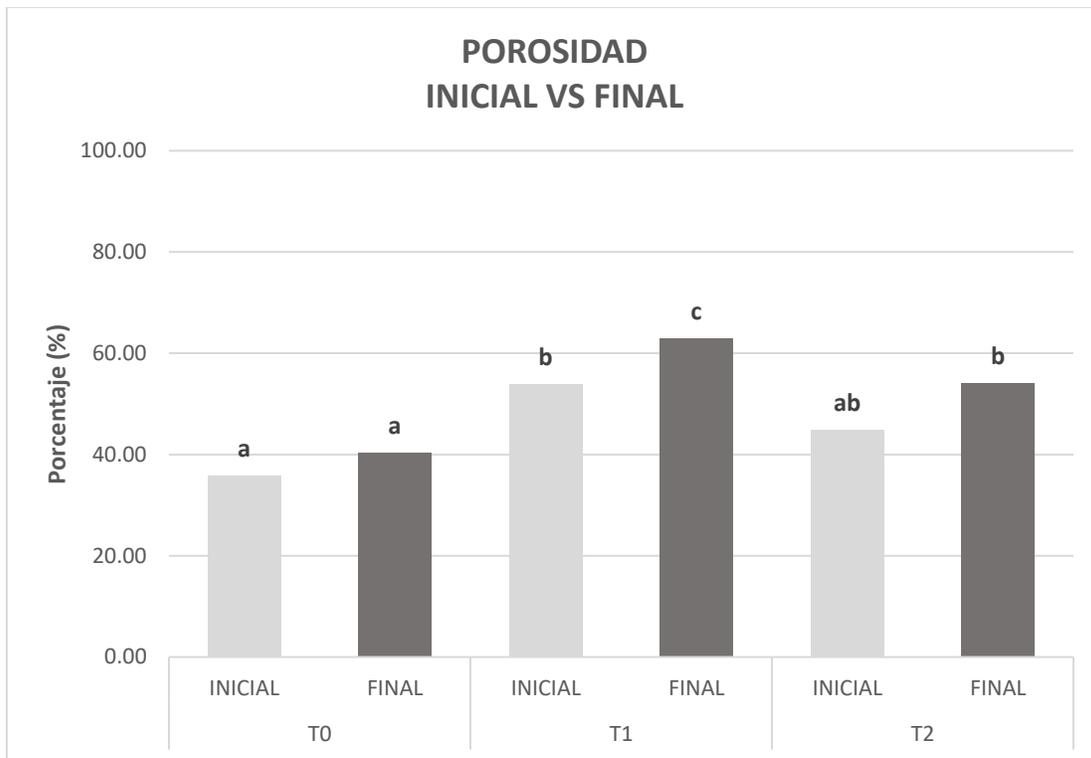


Figura 15. Porcentaje de Porosidad en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

El Tratamiento 1 tuvo un resultado mayor al tratamiento 2, esto se debe a que este contenía una mayor cantidad de hojas de camote y chala de maíz, aproximadamente 300kg de diferencia en cantidades. Con respecto a esto, Shaxson & Barber (2008), indican que la acumulación de cantidades considerables de biomasa vegetal y una actividad biológica alta pueden mejorar la porosidad del suelo reduciendo la escorrentía y la evapotranspiración. De encontrarse en terrenos donde la precipitación es constante, la cobertura protege al suelo de la erosión de la lluvia y evitan su acumulación, mientras que en terrenos donde el sol es constante y directo, esta

cobertura actúa como una capa que evita el contacto directo y disminuye la transpiración del suelo.

La porosidad también se encuentra relacionada con la cantidad de arena y arcilla del suelo (Shaxson & Barber, 2008), en este caso se aprecia que en los tratamientos 1 y 2 el porcentaje de arcilla es casi la misma, mientras que el porcentaje de arena aumentó en al menos 3%, aumentando un poco la cantidad de macroporos en el suelo. Estas características tienen relación directa con la adición directa del Bokashi al suelo, el cual genera que se formen agregados estables, mejorando su aireación y penetración del agua (Safar et al., 2011).

6.2.2. Macronutrientes

Los resultados del Fosforo (P) en el ANOVA inicial ($p=0.475$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1x), mientras que el ANOVA final ($p=0.001$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que no existe diferencia significativa entre el tratamiento T1 y T2, pero sí de ambos con T0 (Anexo 4). En la Figura 16 se observa que la cantidad de Fosforo (P) aumento en los tratamientos T1 (113.493 ppm) y T2 (142.54 ppm) con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 (16.433 ppm) donde solo se regó. Los rangos referenciales para el fosforo en suelos sugiere que por lo menos se tenga una cantidad de entre 10-20 ppm de fosforo para que sea considerado como valor medio, 20-40 ppm como valor alto y >40 ppm para un valor muy alto (AGROLAB, 2005). Los resultados finales de los tratamientos T1 (113.49 ppm) y T2 (142.54 ppm) entran en el rango muy alto, por lo que su incremento fue exitoso. También demuestra que el Bokashi 1 es capaz de aportar una cantidad considerable de fosforo al suelo sin necesidad de adicionarlo como un extra, ya que se esperaba que este incremento considerable solo se diera en el T2 por la adición de fosfato di amónico.

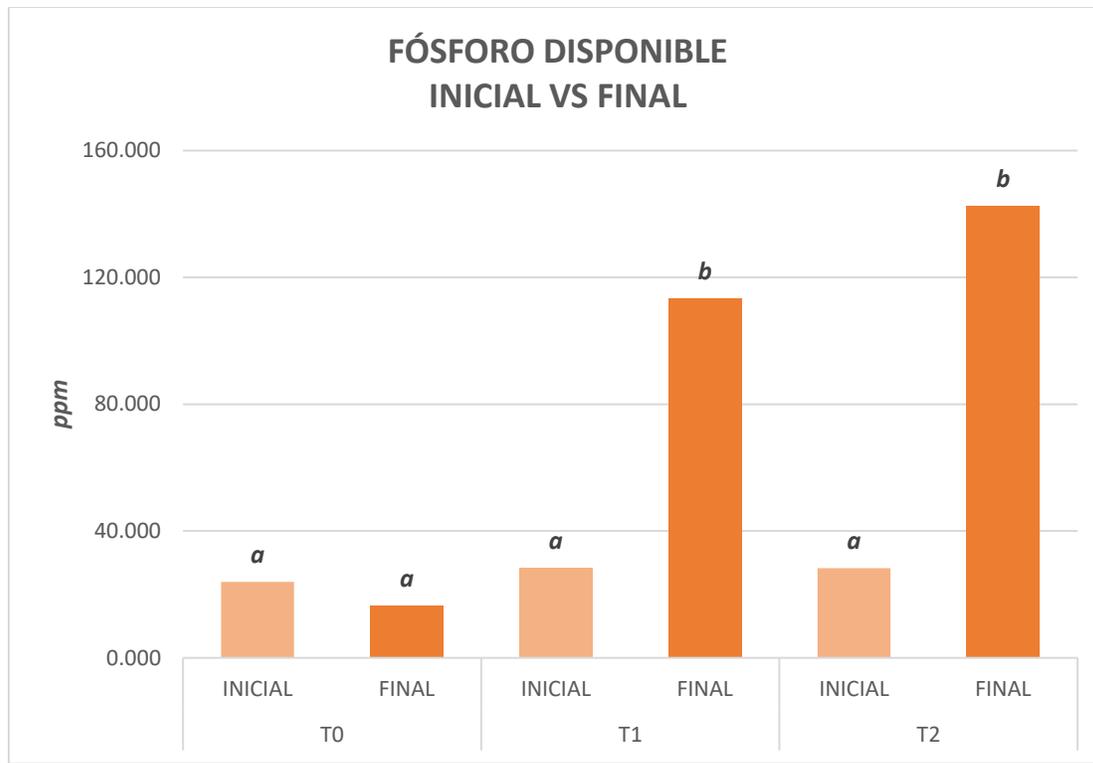


Figura 16. Porcentaje de Fósforo Disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Potasio (K) en el del ANOVA inicial ($p=0.242$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.017$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la prueba Tukey, al inicio se muestra que los tres tratamientos no tuvieron diferencia significativa (Anexo 2). En la etapa final se observa que no existe diferencia significativa entre el tratamiento T1 y T2, pero sí de ambos con T0 (Anexo 4). En la Figura 17 se observa que la cantidad de Potasio (K) aumento en los tratamientos T1 (459.533 ppm) y T2 (575.466 ppm) con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 (144.80 ppm) donde solo se regó. Los valores son comparados con los valores de interpretación dados por Agrolab (2005), los cuales establecen que los valore entre 250-800 ppm son considerados altos, por lo que ambos valores entrarían en esa clasificación. Este aporte de potasio podría estar relacionado al uso de hojas de

camote como rastrojo verde en el T1 y la utilización de hojas de palta y fosfato di amonico, el cual tiene una alta concentración integral de nitrógeno y fósforo, en el T2. (Aldunate, 2015).

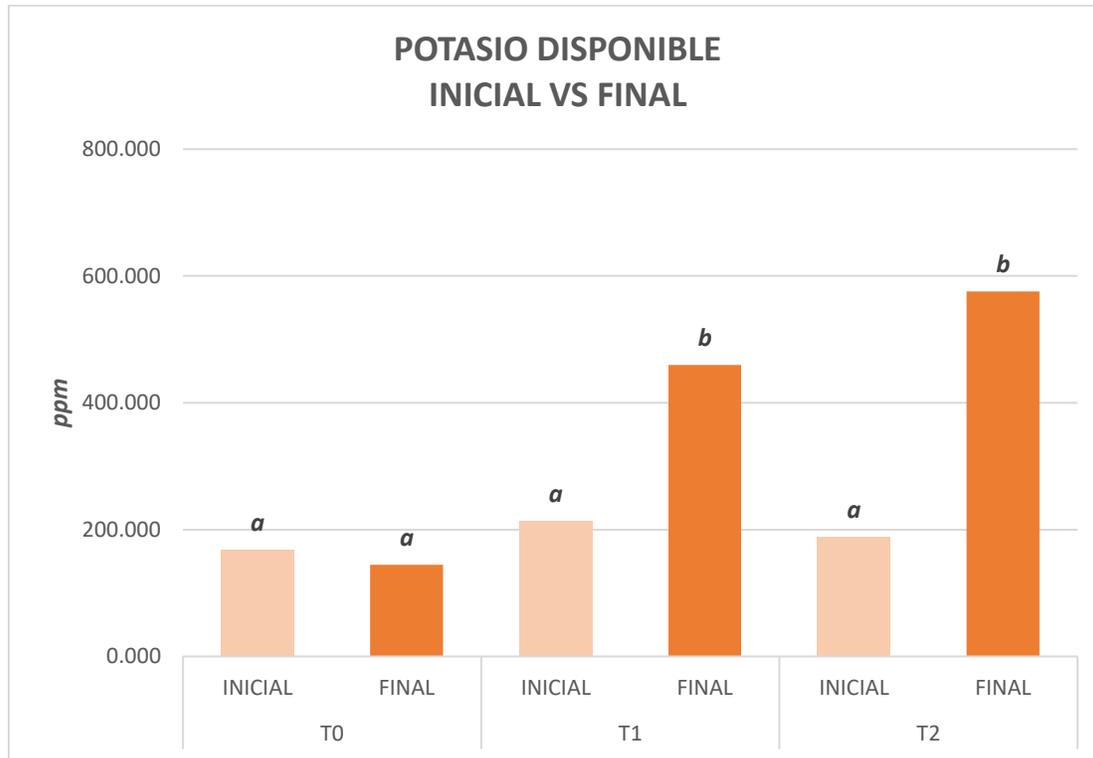


Figura 17. Cantidad de Potasio Disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Nitrógeno (N) en el ANOVA inicial ($p=0.548$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.030$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que no existe diferencia significativa entre el tratamiento T1 y T2, pero sí de ambos con T0 (Anexo 4). En la Figura 18 se observa que la cantidad de Nitrógeno (N) aumento en los tratamientos T1 (0.113 %) y T2 (0.113 %) con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 (0.046 %). Los valores obtenidos en T1 y T2 son los mismos al final. Esto se relaciona con la cantidad y tipo de estiércol que se utiliza, ya que es el principal

aportante de nitrógeno en el Bokashi y otros tipos de abonos orgánicos. Según Aliaga et al. (2009), la gallinaza o estiércol de gallina vendría a ocupar el segundo lugar en términos de riqueza de nitrógeno, siendo superado por el estiércol de cuy por lo que el aporte de N debió de ser más alto. Contrastando esto se ve reflejado en el porcentaje de Nitrógeno total de los Bokashi.

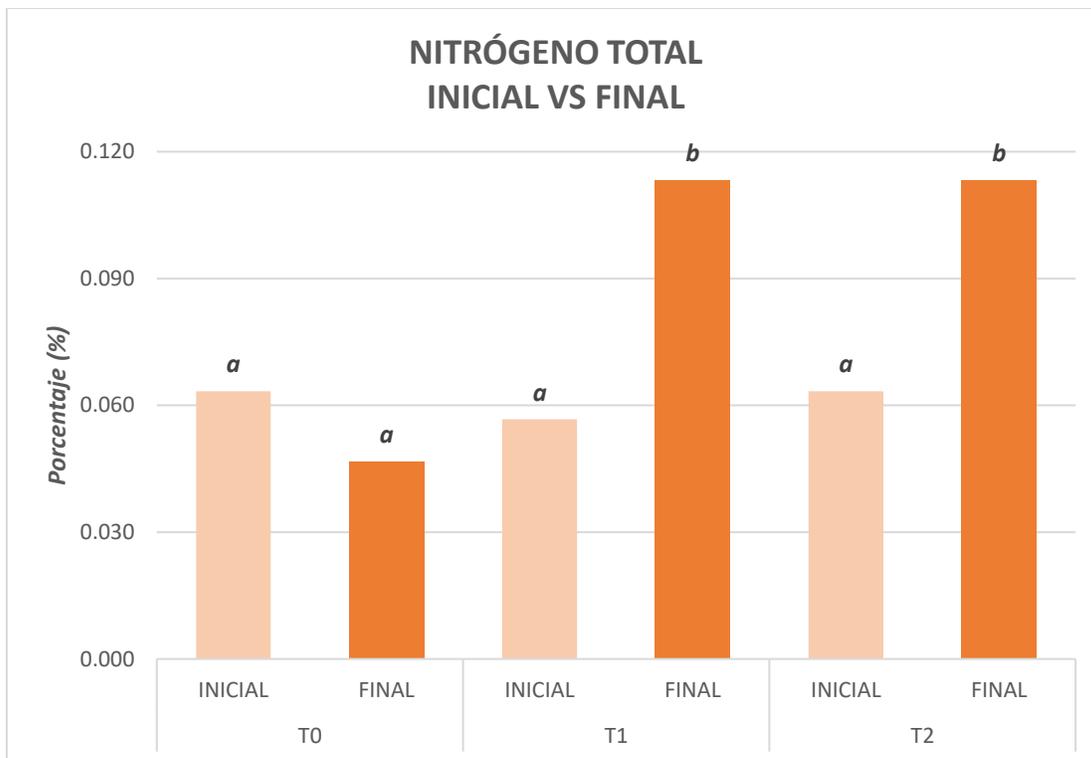


Figura 18. Cantidad de Nitrógeno Total en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

6.2.3. Micronutrientes

Los resultados del Boro (B) en el ANOVA inicial ($p=0.976$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.032$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que el tratamiento T1 (1.893 mg kg^{-1}) no tiene diferencia significativa con T0 (0.893 mg kg^{-1}) y T2 (2.160 mg kg^{-1}), mientras que T2 si tiene diferencia significativa con

T0 (Anexo 4). En la Figura 19 se observa que T0 y T1 tuvieron una reducción de Boro disponible, pero incremento ligeramente en T2.

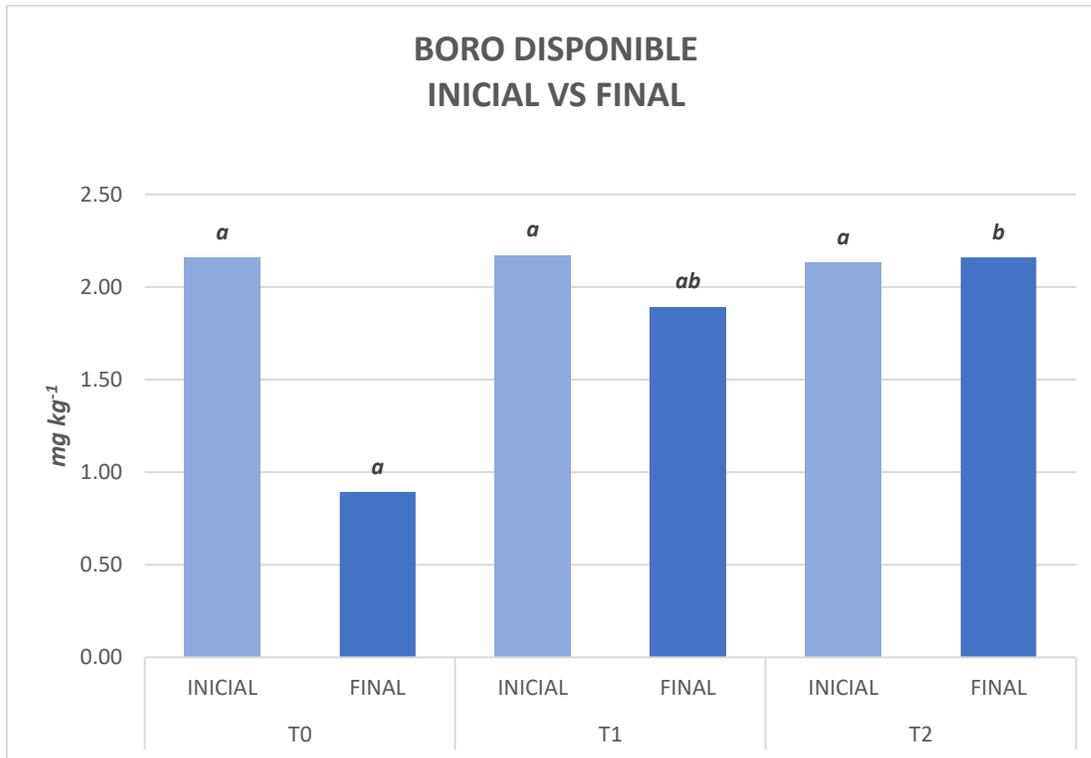


Figura 19. Cantidad de Boro disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Cobre (Cu) en el ANOVA inicial ($p=0.714$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.047$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la prueba Tukey, al inicio se muestra que los tres tratamientos no tuvieron diferencia significativa (Anexo 2). En la etapa final se observa que el tratamiento T2 (2.696 mg kg^{-1}) no tiene diferencia significativa con T0 (2.406 mg kg^{-1}) y T1 (2.820 mg kg^{-1}), mientras que T1 si tiene diferencia significativa con T0 (Anexo 4). En la Figura 20 se observa que todos los tratamientos tuvieron un incremento de Cobre (Cu), siendo el mayor valor el obtenido de T1.

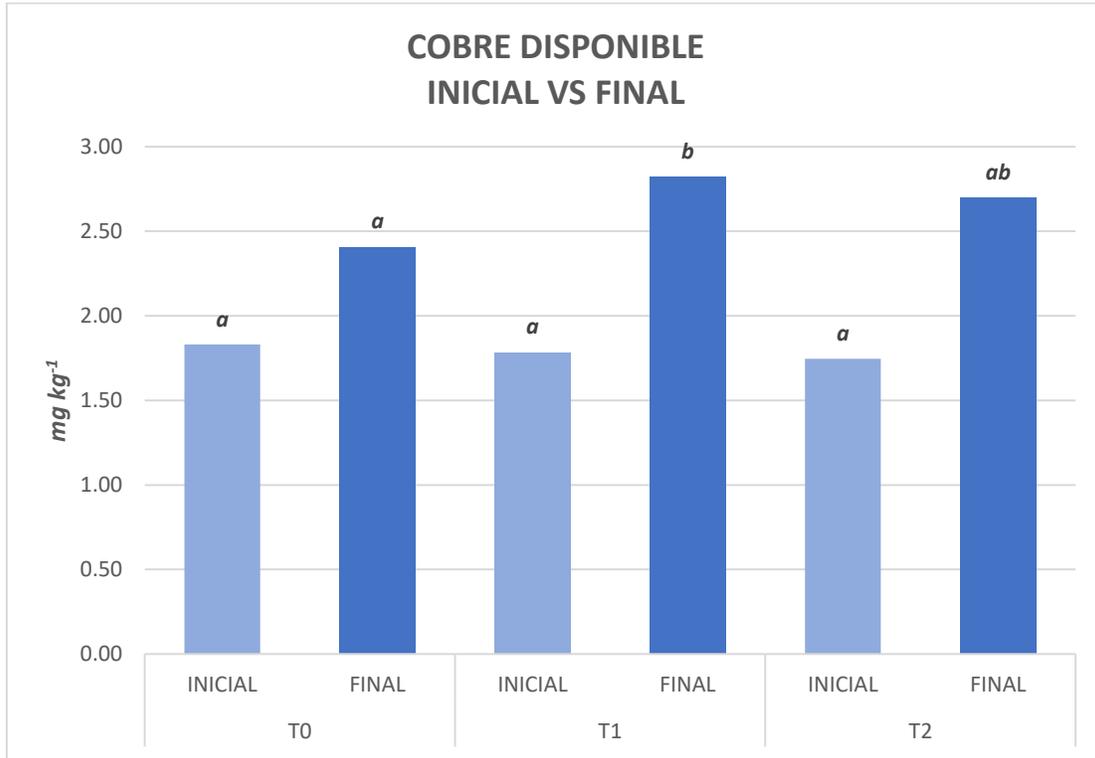


Figura 20. Porcentaje de Nitrógeno Total en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Hierro (Fe) en el ANOVA inicial ($p=0.053$) estadísticamente no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1) pero esta sería mínima al superar ligeramente el $p=0.05$, mientras que el ANOVA final ($p=0.070$) tampoco registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

El Hierro (Fe) aumentó en los tres tratamientos, de manera casi similar, siendo el mayor valor el T2.

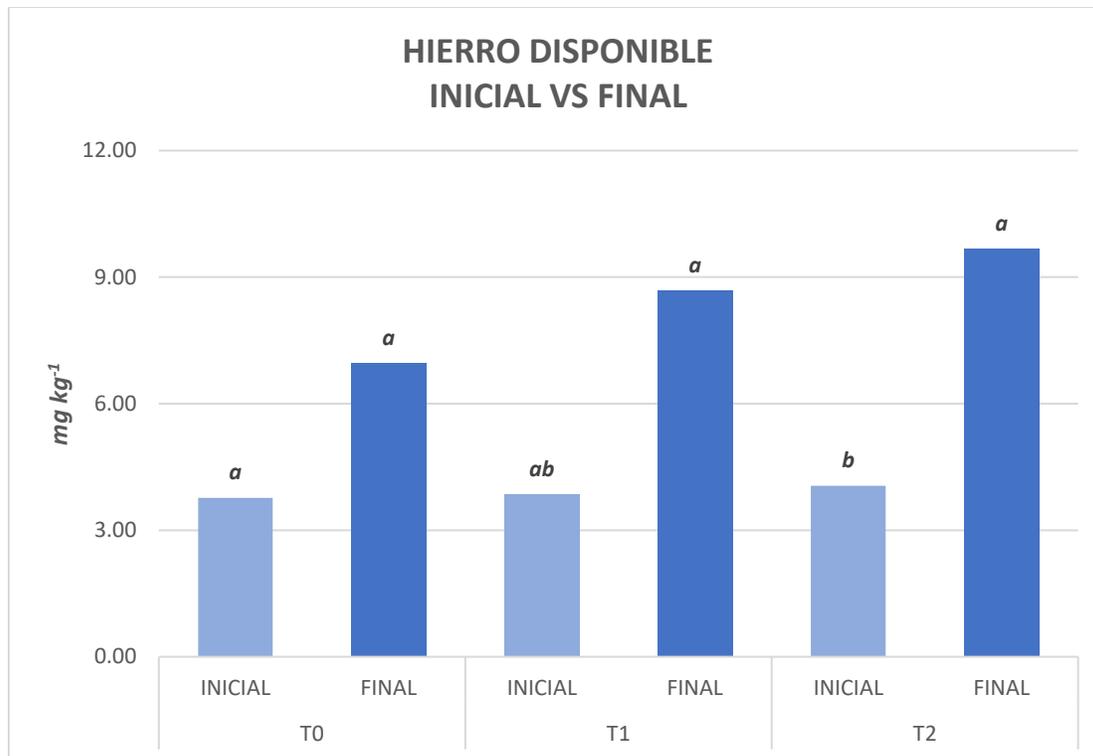


Figura 21. Cantidad de Hierro disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Manganeseo (Mn) en el ANOVA inicial ($p=0.874$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.023$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 ($16.593 \text{ mg kg}^{-1}$) y T2 ($16.453 \text{ mg kg}^{-1}$) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 ($12.933 \text{ mg kg}^{-1}$) (Anexo 4). En la Figura 22 se observa que el Manganeseo (Mn) aumento en los tratamientos T1 y T2 con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 donde solo se regó. Los valores obtenidos en T1 y T2 son los mismos.

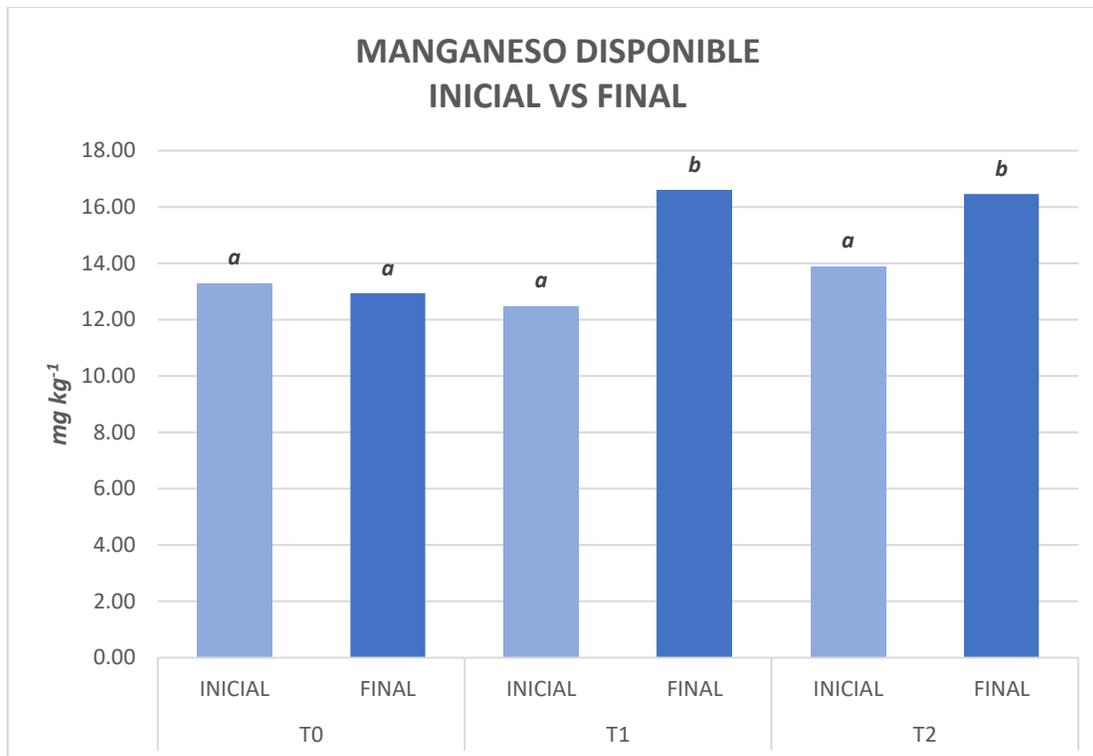


Figura 22. Cantidad de Manganeso disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Zinc (Zn) en el ANOVA inicial ($p=0.451$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.004$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 (4.373 mg kg^{-1}) y T2 (3.643 mg kg^{-1}) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 (1.733 mg kg^{-1}) (Anexo 4). En la Figura 23 se observa que el Zinc (Zn) aumento en los tratamientos T1 y T2 con el uso del Bokashi Traccional y Fosfatado en comparación al T0 donde solo se regó y este disminuyo. El mayor valor fue el de T1.

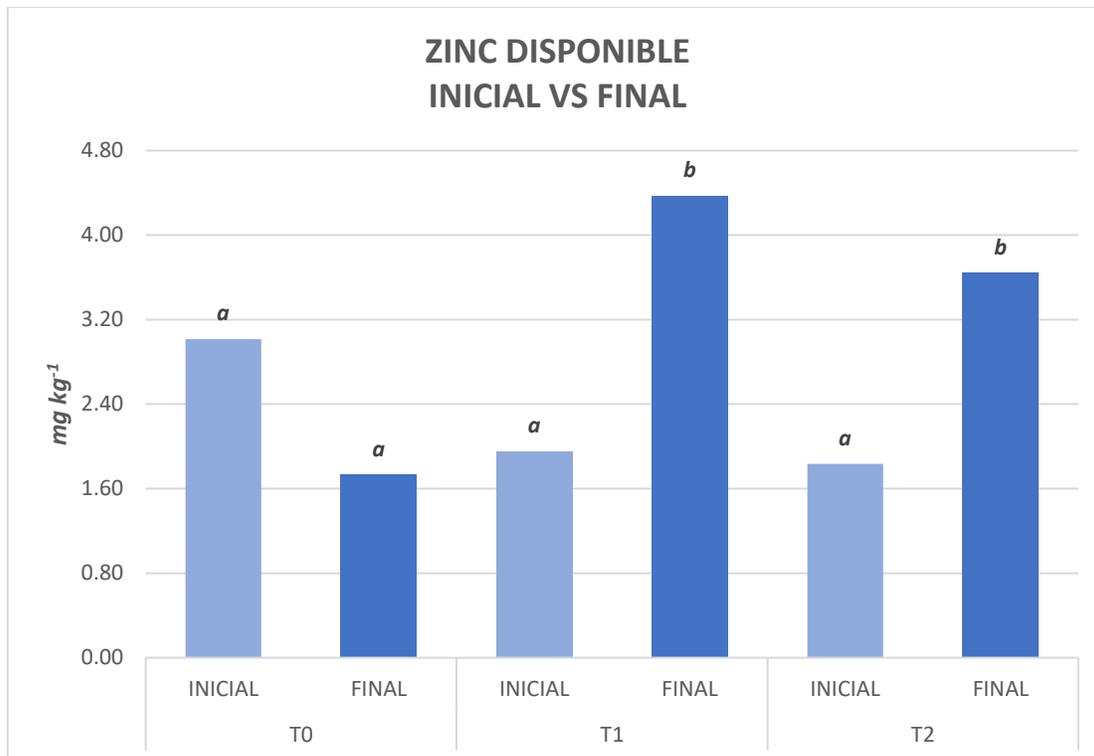


Figura 23. Cantidad de Zinc disponible en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados muestran que el Boro aumento considerablemente en los tratamientos T1 y T2 a diferencia del T0 donde disminuyo. Los resultados de T1 y T2 se encuentran en la clasificación alta según Agrolab (2005) donde los valores >2 son considerados altos, pero no tóxicos. Los resultados del Zinc también detallan un incremento en T1 y T2, donde le valor obtenido en T1 entra en la escala de optimo con 4.37 ppm y en T2 sería un valor medio con 3.64 ppm según lo establece Espinoza et al. (2012) en su guía de interpretación de resultados de los parámetros del suelo.

Los micronutrientes Fe, Mn y Cu tuvieron incremento en los tres tratamientos, por lo que puede estar referido al riego y variación del pH del mismo suelo, tal como se indica Ipanaque (2018) en su investigación de Bokashi en suelos de Trujillo. En esa investigación se detalla que las deficiencias suelen ocurrir cuando el pH es menor a 6.5, excluyendo al Zn y al B. En el caso del Boro, la reducción significativa en el T0 se debe a que no se aplicó materia orgánica en el

Tratamiento de ese suelo, la cual tiene una relación con el incremento de este nutriente cuando se descompone (Osorio, 2013).

6.2.4. Sales Disueltas

Los resultados del Bicarbonato en el ANOVA inicial ($p=0.401$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p<0.001$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa una diferencia significativa entre los tres tratamientos (Anexo 4). En la Figura 24 se observa que la cantidad de Bicarbonato aumento en el tratamiento T1 (9.607 mEq L⁻¹mEq L⁻¹) y disminuyo en T0 (2.770 mEq L⁻¹mEq L⁻¹) y T2 (5.810 mEq L⁻¹mEq L⁻¹).

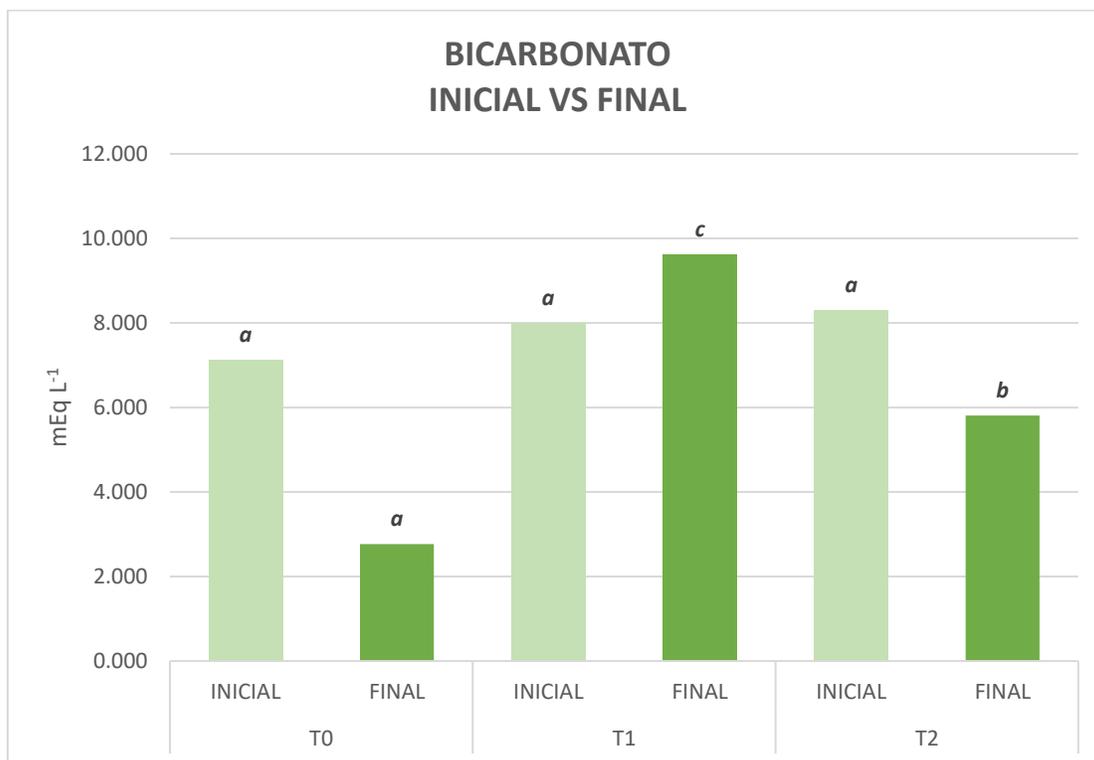


Figura 24. Cantidad de Bicarbonato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Cloruro en el ANOVA inicial ($p=0.151$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.018$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T0 (12.660 mEq L⁻¹mEq L⁻¹) y T1 (12.480 mEq L⁻¹) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T2 (22.986 mEq L⁻¹mEq L⁻¹) (Anexo 4). En la Figura 25 se observa que la cantidad de Cloruro disminuyo en los tratamientos T0 y T1, mientras que aumento en T2.

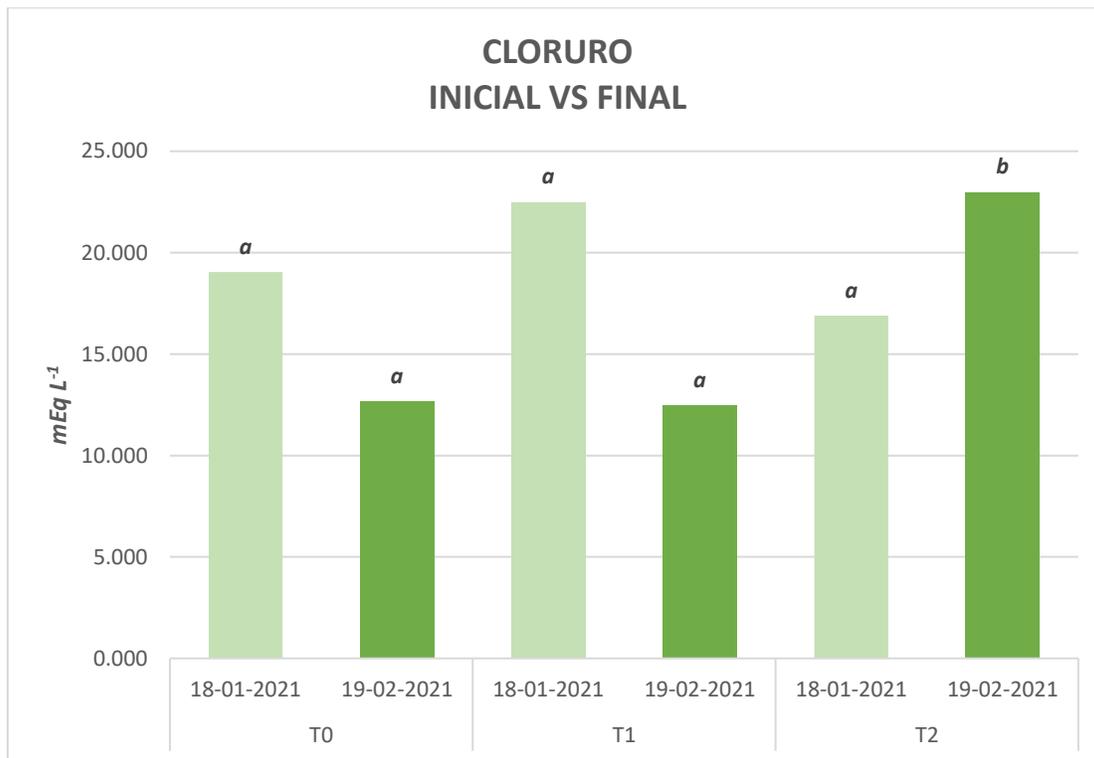


Figura 25. Cantidad de Cloruro en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Nitrato en el ANOVA inicial ($p=0.337$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.002$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 (0.197 mEq L⁻¹) y T2 (0.160 mEq L⁻¹) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 (8.980 mEq L⁻¹) (Anexo 4). En la Figura 26 se observa que la cantidad de Nitrato disminuyo en los tres tratamientos, siendo la reducción más considerable en T1 y T2 con el uso del Bokashi Tradicional y Fosfatado.

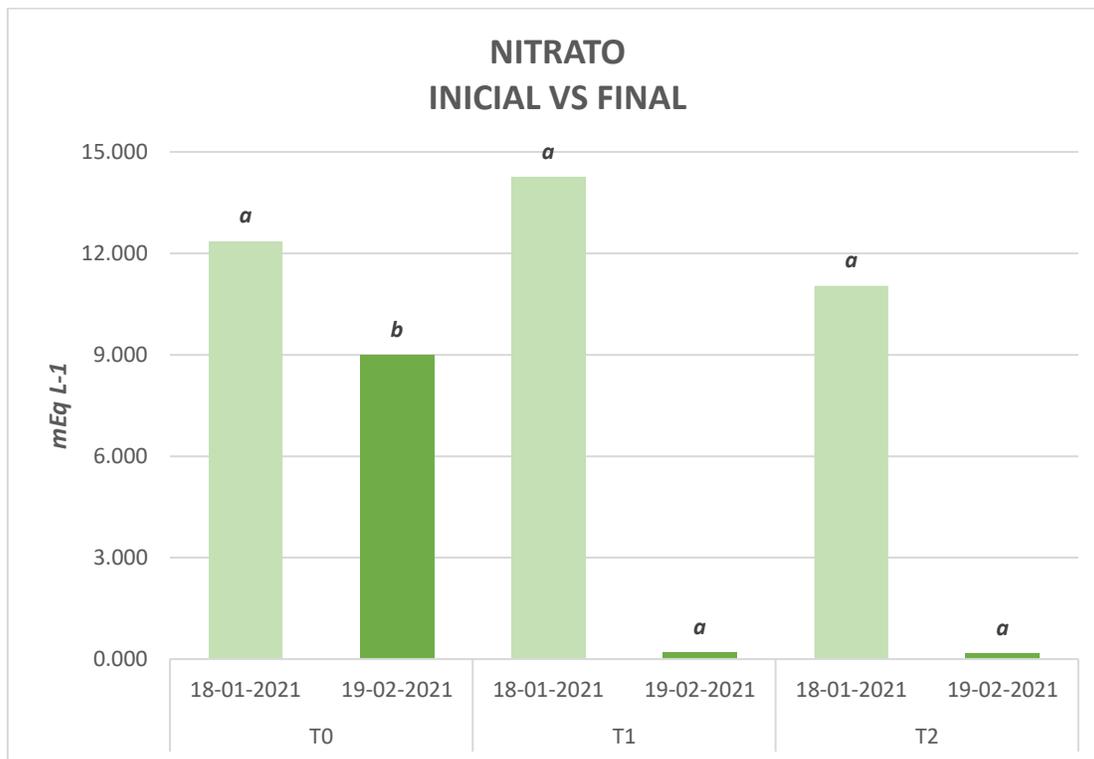


Figura 26. Cantidad de Nitrato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Sulfato en el ANOVA inicial (p=0.249) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final (p=0.324) donde tampoco se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final tampoco se observa una diferencia significativa entre los tres tratamientos (Anexo 4). En la Figura 27 se observa que la cantidad de Sulfato disminuyo en los en los tres

tratamientos, pero de manera mínima, siendo el valor casi igual en T0 (26.077 mEq L-1) y T2 (26.213 mEq L-1), pero el menor valor en T1 (20.237 mEq L-1).

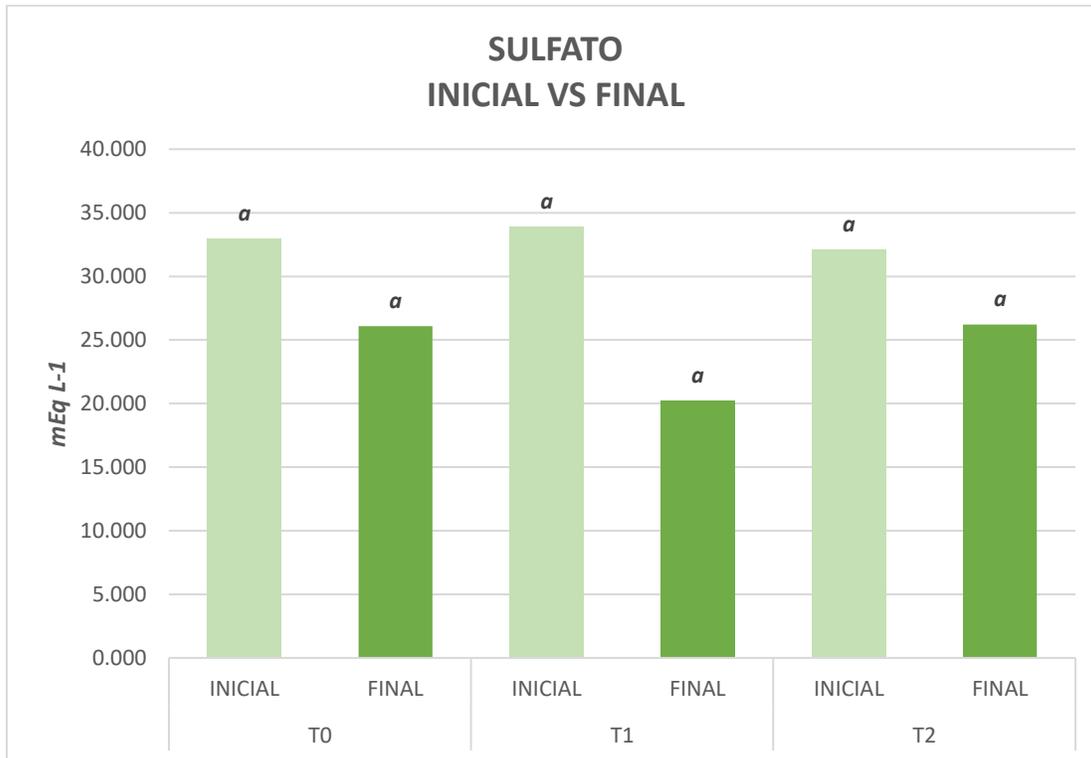


Figura 27. Cantidad de Sulfato en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Calcio (Sal disuelta) en el ANOVA inicial ($p=0.421$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.008$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 (17.770 mEq L-1) y T2 (18.717 mEq L-1) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 (35.243 mEq L-1) (Anexo 4). En la Figura 28 se observa que la cantidad de Calcio (sal disuelta) disminuyo en los tres tratamientos, siendo la reducción más considerable y casi igual en T1 y T2 con el uso del Bokashi Tradicional y Fosfatado.

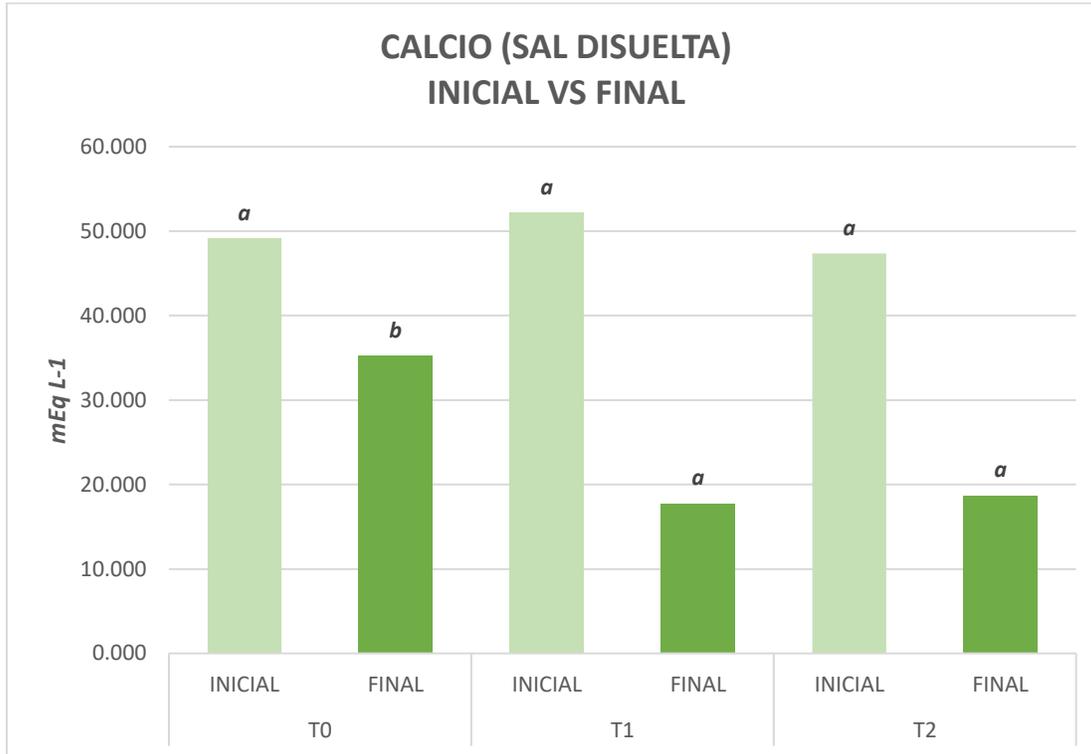


Figura 28. Cantidad de Calcio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Magnesio (Sal disuelta) en el ANOVA inicial ($p=0.210$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final ($p=0.131$) donde tampoco se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final tampoco se observa una diferencia significativa entre los tres tratamientos (Anexo 4). En la Figura 29 se observa que la cantidad de Magnesio (sal disuelta) disminuyó en los en T0 (4.570 mEq L⁻¹) y T1 (4.720 mEq L⁻¹), pero aumentó en T2 (7.527 mEq L⁻¹).

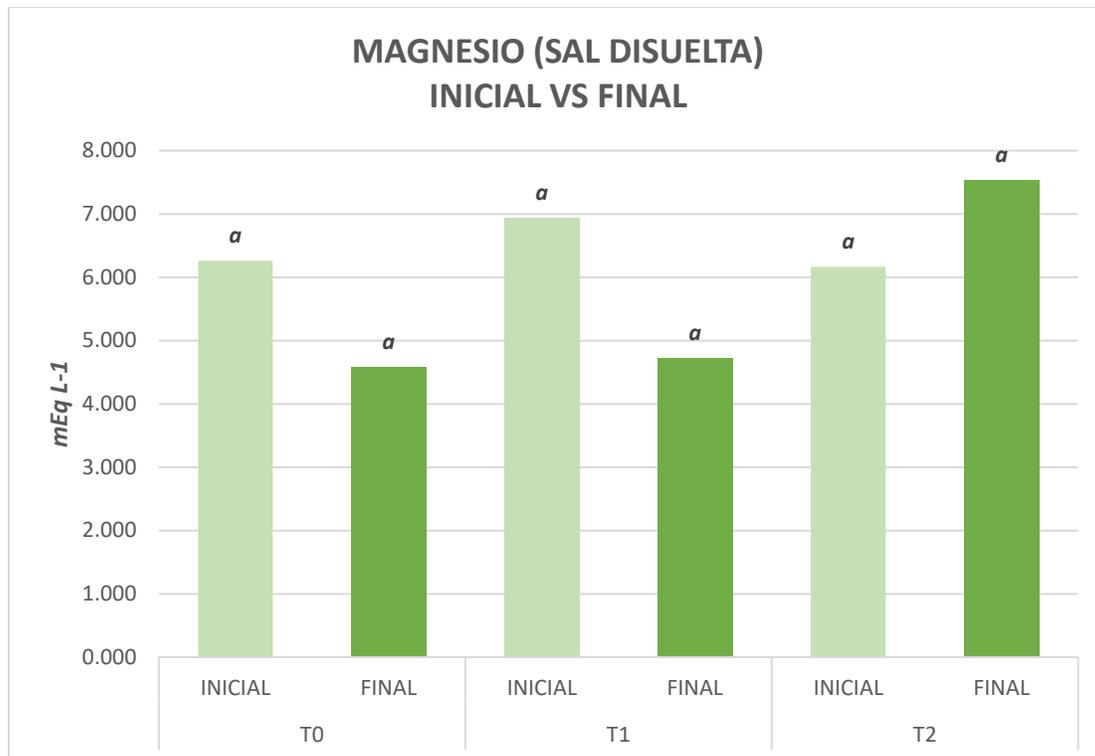


Figura 29. Cantidad de Magnesio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Potasio (Sal disuelta) en el ANOVA inicial ($p=0.113$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.038$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que el tratamiento T1 (2.957 mEq L-1) no tiene diferencia significativa con T0 (0.823 mEq L-1) y T2 (4.227 mEq L-1), mientras que T2 si tiene diferencia significativa con T0 (Anexo 4). En la Figura 30 se observa que en T0 se redujo el Potasio (sal disuelta), a diferencia de T1 y T2 donde se incrementó, siendo el mayor valor el obtenido de T2 con el Bokashi Fosfatado.

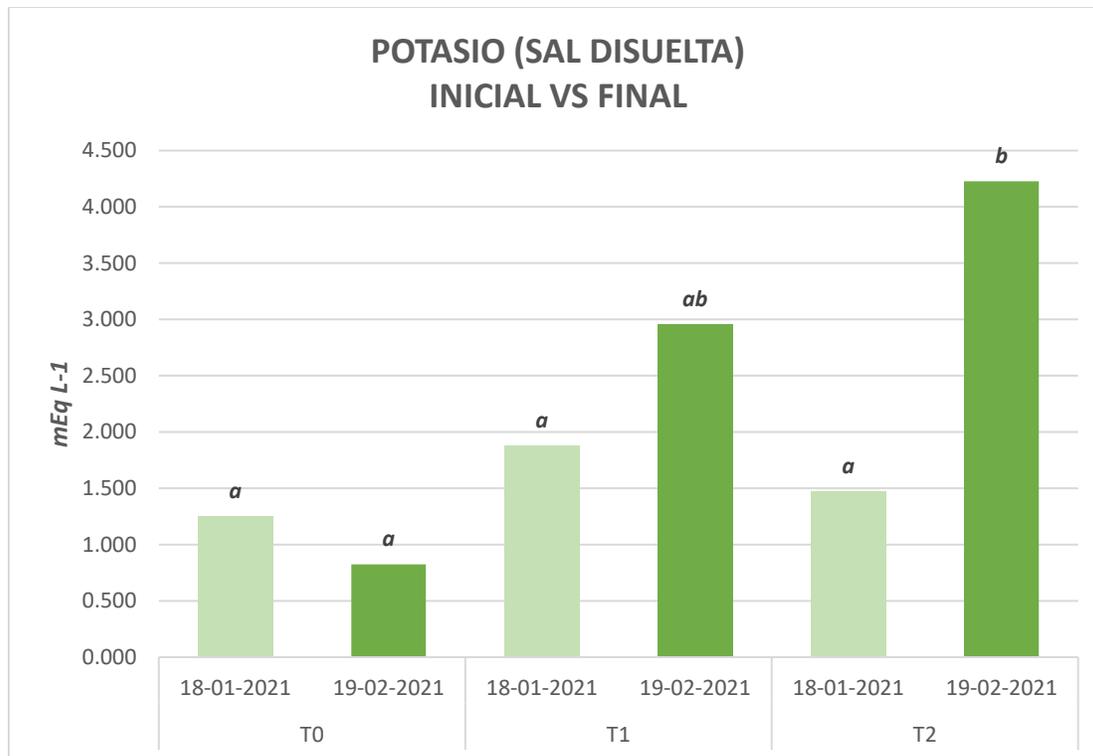


Figura 30. Cantidad de Potasio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Sodio (Sal disuelta) en el ANOVA inicial ($p=0.135$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.003$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T0 (9.543 mEq L-1) y T1 (15.317 mEq L-1) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T2 (23.067 mEq L-1) (Anexo 4). En la Figura 31 se observa que la cantidad de Sodio (Sal Disuelta) disminuyó en los tratamientos T0 y T1, mientras que aumentó significativamente en T2 con el Bokashi Fosfatado.

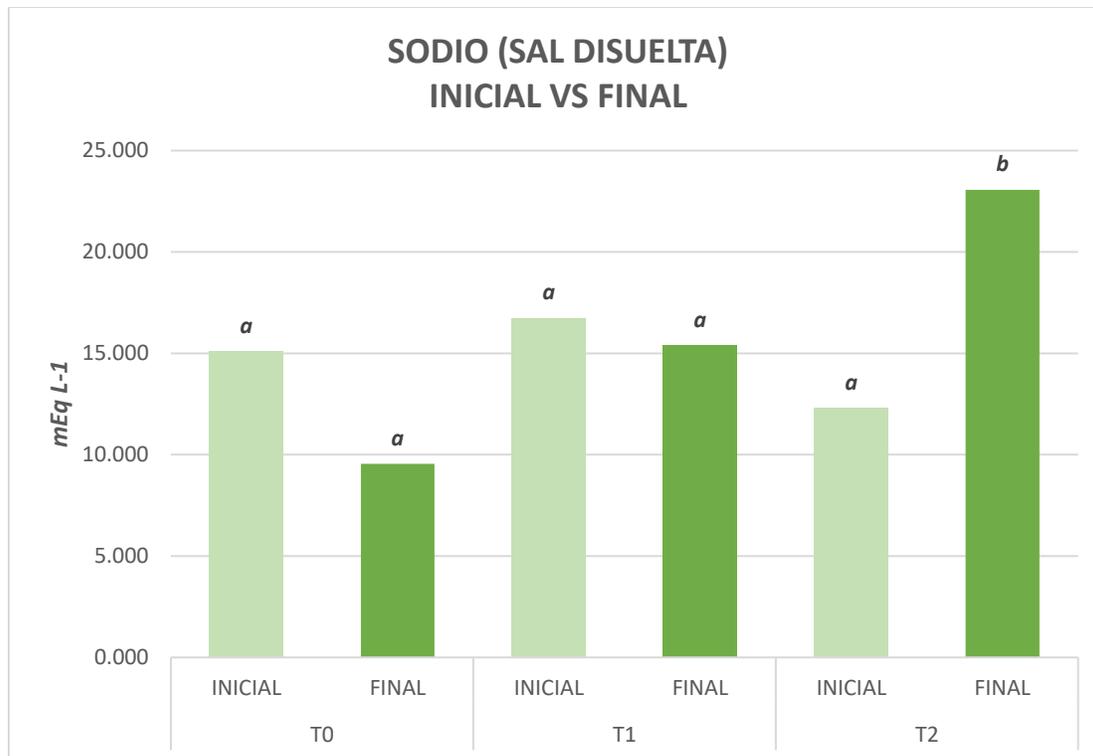


Figura 31. Cantidad de Sodio (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Boro (Sal disuelta) en el ANOVA inicial ($p=0.335$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final ($p=0.154$) donde tampoco se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final tampoco se observa una diferencia significativa entre los tres tratamientos (Anexo 4). En la Figura 32 se observa que la cantidad de Boro (sal disuelta) disminuyó en los en T0 (1.120 mEq L⁻¹), T1 (1.360 mEq L⁻¹) y T2 (1533 mEq L⁻¹).

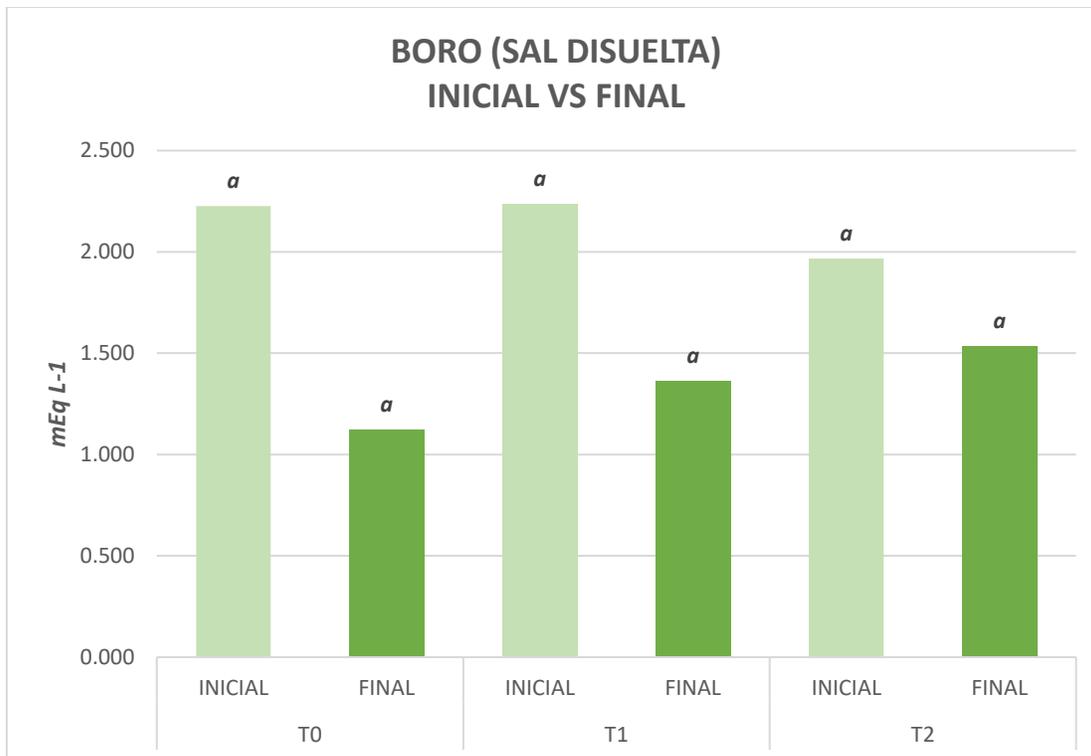


Figura 32. Cantidad de Boro (Sal Disuelta) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Al igual que en los resultados del Bokashi 2, hay una relación de las Sales con la conductividad eléctrica, ya que esta última indica la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica, aprovechando las sales presentes, por lo que, si los valores de CE son altos, esto es indicativo de un suelo salino. Los resultados obtenidos muestran una reducción de la CE en los tres tratamientos con valores < 4.5 ds/m. Basándonos en la investigación de Castellanos et al. (2000), esto lo clasificaría como suelo salino.

Los resultados obtenidos en la figura 26 muestran una reducción importante de las cantidades de Nitrato en los tratamientos en los que se aplicaron los Bokashi. Esta reducción puede estar relacionada al nivel de humedad del suelo y su riego durante el tratamiento, que fue abundante debido a que las temperaturas eran altas, ya que cuando los suelos tienen una buena retención de agua, sus niveles de cloruro y nitrato disminuyen (Essigton, 2015).

El Bicarbonato solo incremento en el T1 (9.607 ppm) con el uso de Bokashi Tradicional, mientras que en T0 y T2 disminuyo en comparación al valor inicial. El incremento del Bicarbonato tiene

una relación directa con el incremento del pH (Noreña et al., 2013) y con la descomposición de la materia orgánica en el suelo, ya que al descomponerla, los microorganismos genera anhídrido carbónico (CO₂) que al entrar en contacto con el agua se convierte fácilmente en bicarbonato (Berneir & Alfaro, 2006). Los valores coinciden con los valores de materia orgánica en los tres tratamientos, donde el T0 no tuvo aporte de esta. la producción de esta sal. Al aumentar el Bicarbonato en el suelo, este libera hidrogeno y puede provocar la acidificación del suelo, se puede amortiguar con el uso del yeso o cal agrícola para detener la formación de estas sales, por el aporte del ion Calcio como lo indica Ruiz et al. en su investigación.

6.2.5. Cationes Cambiables

Los resultados del Calcio (Ca²⁺) en el ANOVA inicial (p=0.789) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), al igual que el ANOVA final (p=0.307) donde tampoco se registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la Figura 33 se observa que la cantidad de Ca²⁺ disminuyó en los en T0 (8.213 cmolc kg⁻¹), T1 (9.443 cmolc kg⁻¹) y T2 (8.787 cmolc kg⁻¹).

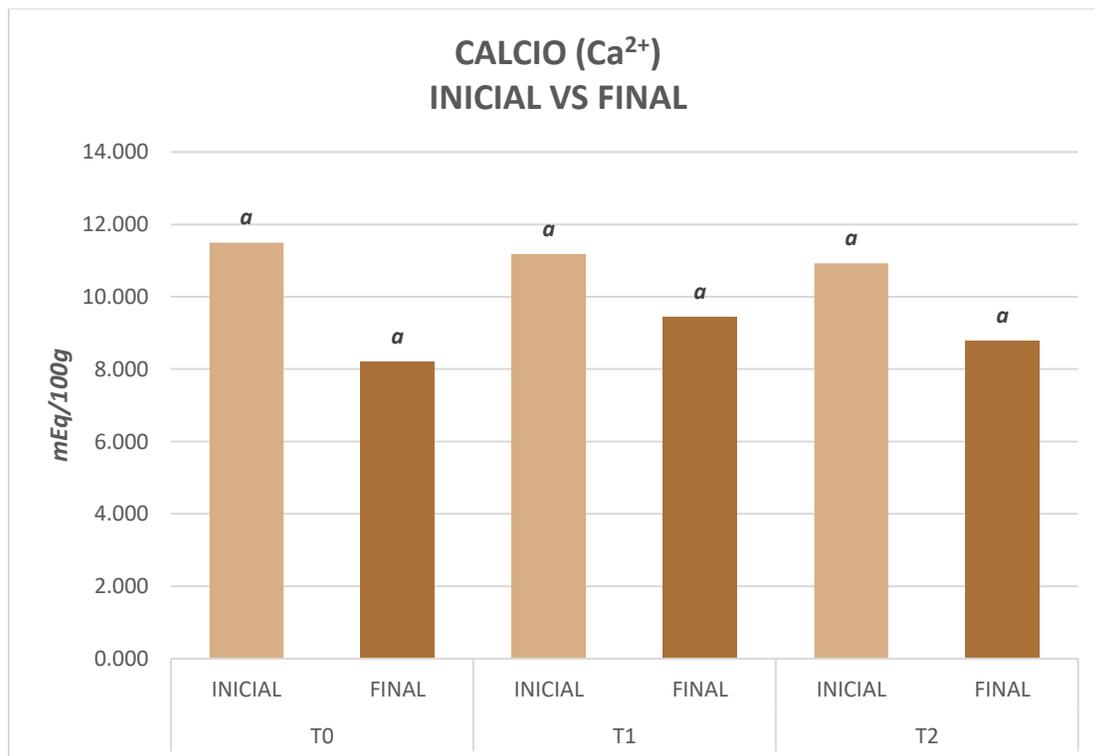


Figura 33. Cantidad de Calcio (Ca^{2+}) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Magnesio (Mg^{2+}) en el ANOVA inicial ($p=0.720$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.003$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 ($1.843 \text{ cmolc kg}^{-1}$) y T2 ($2.193 \text{ cmolc kg}^{-1}$) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 ($0.923 \text{ cmolc kg}^{-1}$) (Anexo 4). En la Figura 34 se observa que el Mg^{2+} aumento en los tratamientos T1 y T2 con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 donde solo se regó y aumento muy poco.

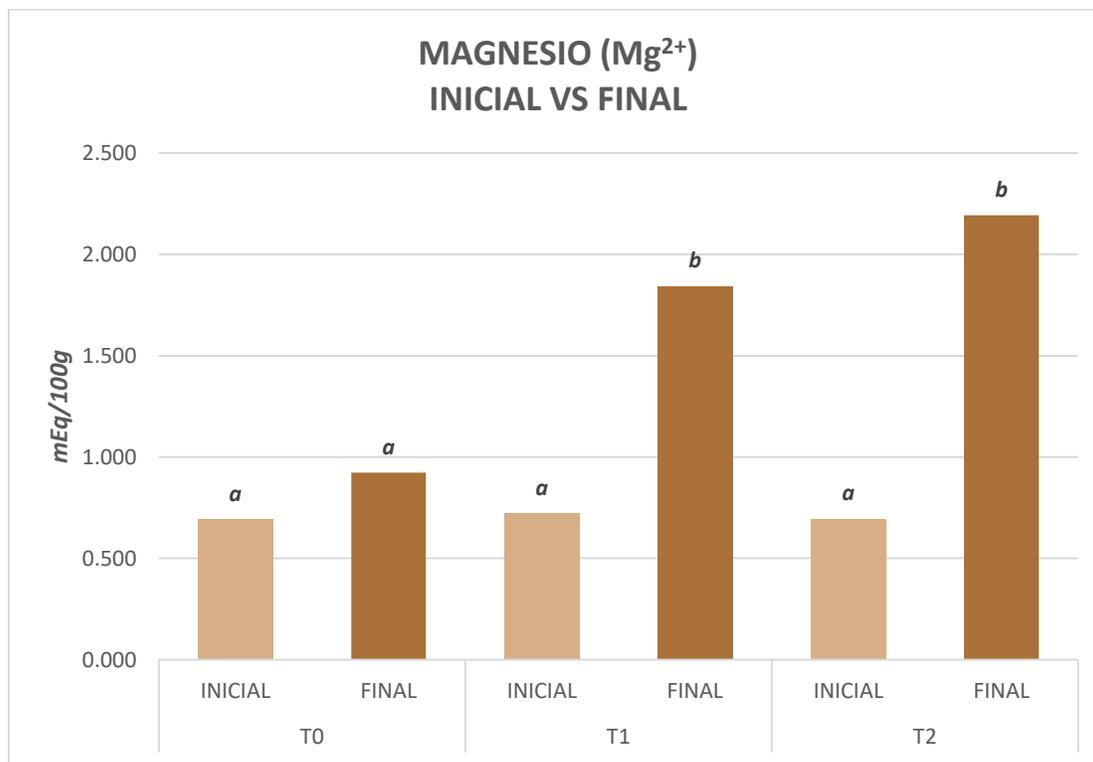


Figura 34. Cantidad de Magnesio (Mg^{2+}) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Calcio (K^+) en el ANOVA inicial ($p=0.271$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p=0.015$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos T1 ($1.070 \text{ cmolc kg}^{-1}$) y T2 ($1.320 \text{ cmolc kg}^{-1}$) no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con T0 ($0.340 \text{ cmolc kg}^{-1}$) (Anexo 4). En la Figura 35 se observa que el K^+ aumento en los tratamientos T1 y T2 con el uso del Bokashi Tracional y Fosfatado en comparación al T0 donde solo se regó y disminuyo.

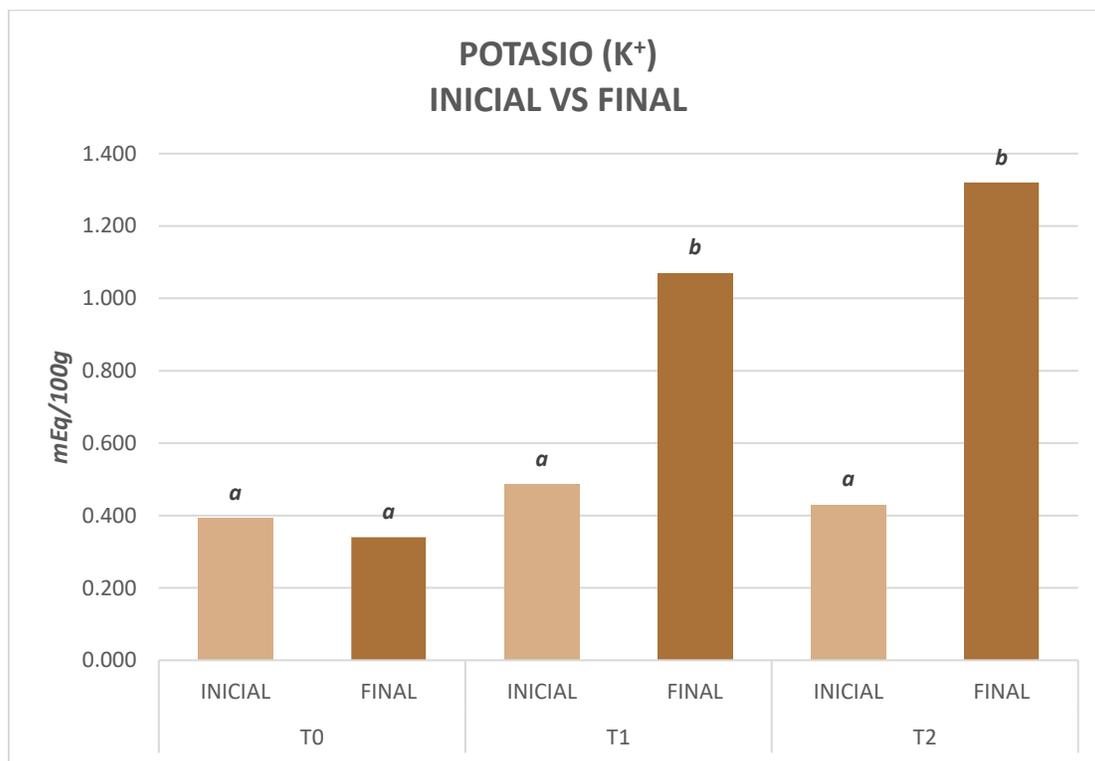


Figura 35. Cantidad de Potasio (K^+) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

Los resultados del Potasio (Na^+) en el ANOVA inicial ($p=0.135$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras que el ANOVA final ($p<0.001$) registra diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3).

En la etapa final se observa que los tratamientos tres tratamientos tuvieron diferencias significativas (Anexo 4). En la Figura 36 se observa que la cantidad de Na^+ aumento en T0 (0.403 cmolc kg^{-1}), T1 (0.673 cmolc kg^{-1}) y T2 (0.833 cmolc kg^{-1}). El mayor valor fue en T2 donde se utilizó el Bokashi Fosfatado.

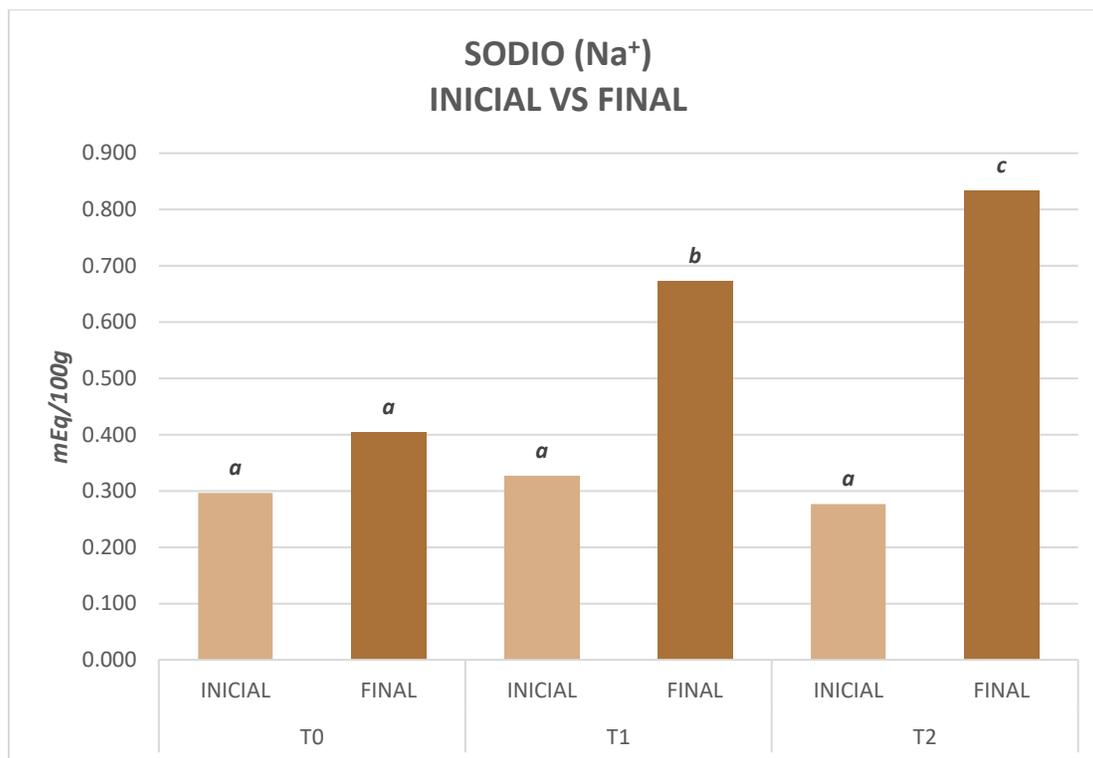


Figura 36. Cantidad de Sodio (Na^+) en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

La disponibilidad de los cationes está relacionada con los coloides de carga negativa y viceversa. Estas características tienen un incremento con la adición de materia orgánica o abonos, ya que mejora y mantiene equilibrada la química del suelo incrementando los coloides con carga negativa y carga positiva (Toledo, 2016).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación de Rodríguez & Hernández (2012), donde se evalúan los efectos del compost y Lombricompost sobre las propiedades

químicas del suelo. En este caso los mejores resultados en los cationes y CIC se dio en el Compost, el cual contenía una mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes.

6.2.6. Materia Orgánica

Los resultados del ANOVA inicial ($p=0.851$) no registran una diferencia significativa entre tratamientos (Anexo 1), mientras el ANOVA final ($p=0.021$) registra una diferencia significativa en algunos tratamientos (Anexo 3).

En la prueba Tukey, al inicio se muestra que los tres tratamientos no tuvieron diferencia significativa (Anexo 2). En la etapa final se observa que no existe diferencia significativa entre el tratamiento T1 y T2, pero sí de ambos con T0 (Anexo 4). En la Figura 37 se observa que la Materia Orgánica aumento en los tratamientos T1 (2%) y T2 (1.97%) con el uso del Bokashi Traccional y Fosfatado en comparación al T0 (0.76%) donde solo se regó. Los valores iniciales obtenidos indicaron que el suelo en cuestión se clasificaría en términos de MO como uno “muy bajo” con un porcentaje menor a 1.5% de MO en el suelo (López et al, 1981). En los resultados finales, el Tratamiento 0 continua estando en la escala anterior, mientras que el Tratamiento 1 y 2 se sitúan en ala escala “bajo” con valores situados entre el rango de solo el Tratamiento 1.5 % - 3 % (López et al, 1981).

El Tratamiento 1 tuvo un desempeño ligeramente mayor al Tratamiento 2, esto se debe a que el Bokashi 1 tenía una relación C/N de 24.11, mientras el Bokashi 2 tenía 20.96 como relación. Según Gamarra et. al (2018), esto significa que se cuenta con suficiente carbono como fuente de energía y nitrógeno para sintetizar las proteínas y poder mineralizar el elemento para que sea mejormente aprovechado.

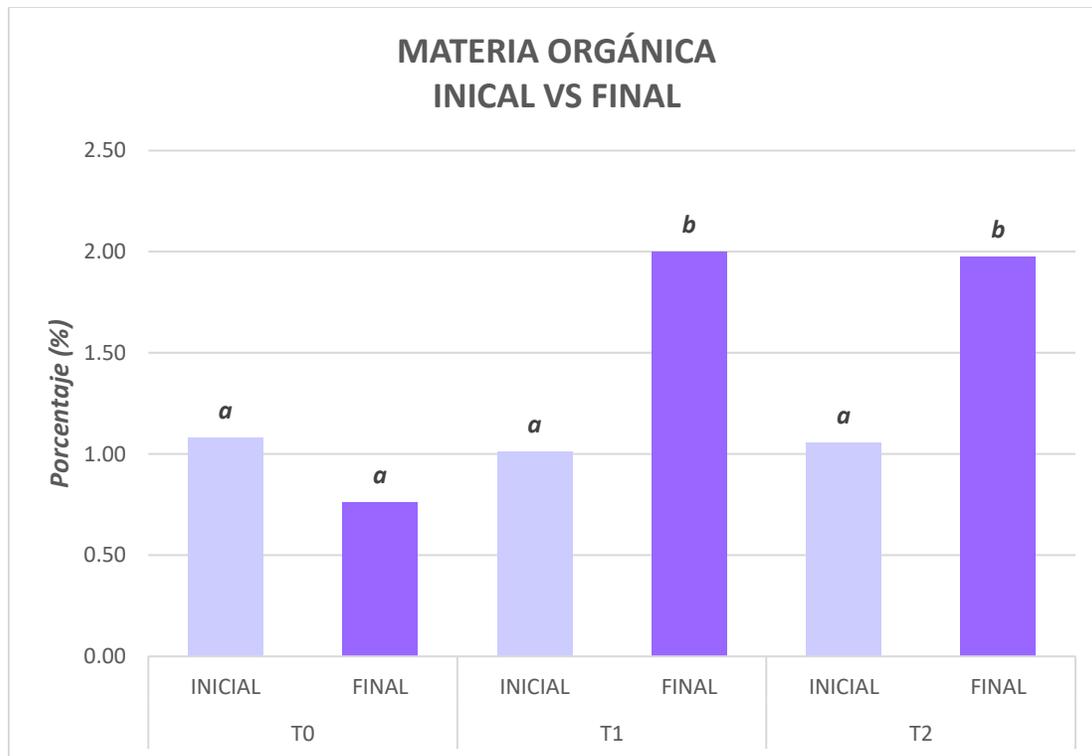


Figura 37. Porcentaje de Materia Orgánica en los tratamientos (T0, T1, T2). El análisis se realizó mediante el promedio de todas las repeticiones.

6.2.7. Características Biológicas

Hongos

La Tabla 14 muestra los datos promediados de todos los tratamientos en el día 10 y 15, días desde la aplicación. Se realizó la identificación de las colonias de hongos y se concluyó la presencia de 5 géneros diferentes, tal como se muestra en el Anexo 5, de los cuales son más maleficos.

Tabla 14. Presencia de especies de hongos en los tratamientos (T0, T1, T2)

FECHA	CODIGO	COLONIAS DE HONGOS					
		BENEFICO		PATOGENO			
		Aspergillus	Trichoderma	Rizopus	Fusarium	Trichothecium	Alternaria
DIA 10	T0	X	X	X	X	X	
	T1	X	X	X	X	X	
	T2	X	X	X	X	X	
DIA 20	T0	X	X	X		X	X
	T1	X	X	X	X		
	T2	X	X	X			

(x): significa la presencia del hongo en forma de colonia.

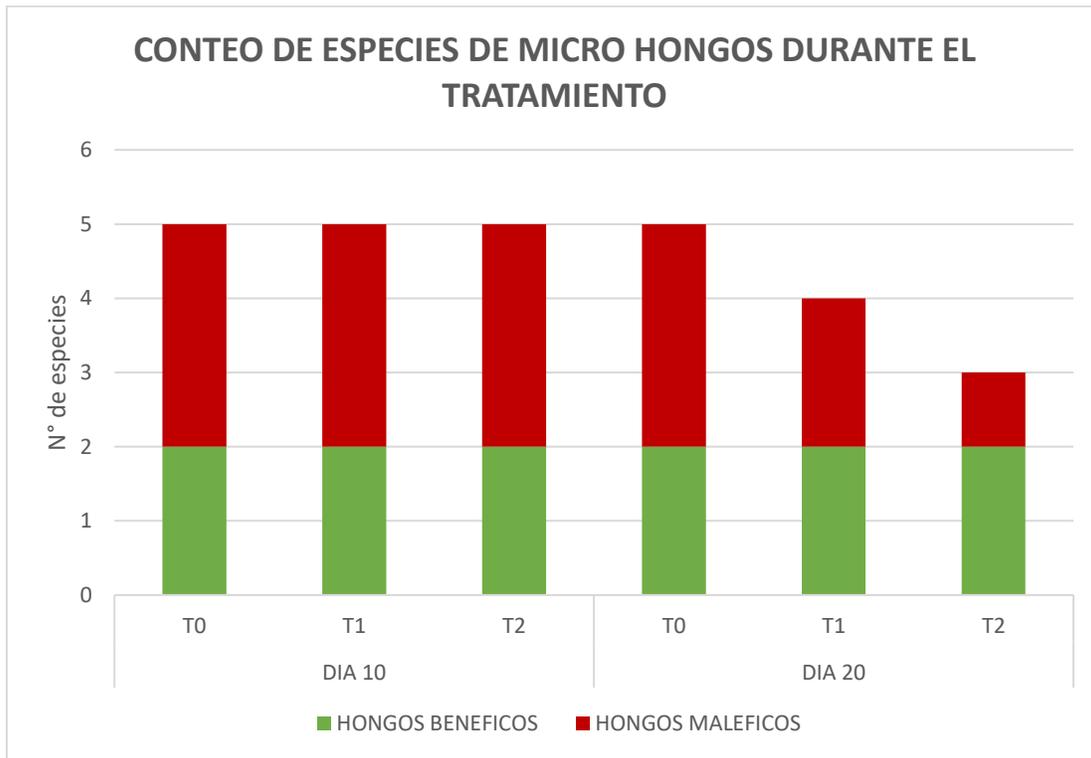


Figura 38. Conteo de especies de hongos en los tratamientos (T0, T1, T2)

En el caso de la Figura 38, se aprecia una reducción en las especies perjudiciales en los tratamientos que tuvieron la presencia de Bokashi Tradicional y Fosfatado, pero a partir del día 15 de la aplicación.

Los hongos clasificados como beneficiosos, su presencia constante durante todo el tratamiento demuestra la buena salud del suelo. Estos mismos cumplen roles en la movilización de nutrientes en el mismo, como lo explica Higuera (2008) dando como ejemplo la el *Aspergillus spp.* en la movilización del fósforo y nitrógeno del suelo. En el estudio de Valenzuela et al. (2002) se evidencio utilizando cepas de *Aspergillus niger*, que esta familia de hongos en particular tiene un buen desempeño en la solubilización del fósforo en el suelo.

Por otro lado, la presencia de la *Trichoderma spp.* en los tratamientos T1 y T2 fue continua y tiene relación con la reducción de la presencia del *Fusarium spp.* en los vasos, respaldando los resultados obtenidos en el estudio de Samaniego et. al. (2008) donde las distintas especies de *Trichoderma* actuaban con un rol antagónico ante hongos fitopatógenos como el *Rhizoctonia*

solani, *Fusarium* spp. y *Sclerotium rolfsi*. Mientras que en relación con la *Alternaria* spp. este también tendría un mecanismo de acción exitoso en contra de este, tal como se comprobó en el estudio de Rivero (2008) en el aislamiento de *Trichoderma* con *Alternaria padwickii*, donde se concluyó que las enzimas de la *Trichoderma* facilitan la inserción de hifas de esta para absorber nutrientes dentro de los hongos fitopatógenos.

Bacterias Acido lácticas

En el caso de las bacterias ácido lácticas, como se muestra en el Anexo 5, donde se encuentra más detallado, su presencia fue mínima y solo en T2 donde se usó el Bokashi Fosfatado se notó un incremento considerable.

Se observó un incremento en la presencia de Bacterias ácido-lácticas en los vasos del Tratamiento 2 a comparación del Tratamiento 1 y en el tratamiento 0 su presencia fue mínima. Su presencia contrasta en la presencia reducida, en algunos casos nula, de hongos fitopagenos. Según Valencia (2015), está probado que distintos tipos de bacterias ácido lácticas tienen actividad fungistática contra hongos productores de enfermedades y pudrición como el *Fusarium* spp. entre otros.

Insectos

Los insectos fueron identificados en las especies *Tenebrio molitor* y *Forficula auricularia*, y se encontraron dentro de los vasos con arroz junto a los hongos. Como se indica en la Tabla 15, su presencia fue más notoria en el T2 donde se utilizó el Bokashi Fosfatado.

Tabla 15. Presencia de especies de insectos en los tratamientos (T0, T1, T2)

FECHA	CODIGO	INSECTOS			
		<i>Tenebrio molitor</i>			<i>Forficula auricularia</i>
		Huevos	Larvas	Escarabajo	
DIA 10	T0				
	T1		X	X	
	T2	X	X	X	X
DIA 20	T0				
	T1		X	X	
	T2	X	X	X	X

(x): significa la presencia del insecto o etapa de este.

En las pruebas del arroz, la presencia de colonias de *Tenebrio molitor* solo se dio en los tratamientos 1 y 2, siendo mayor en este último. Es debido a la presencia de este insecto que se da la aparición de la *Forficula auricularia*, la cual es omnívora y encuentra una fuente de alimento en el gorgojo. Esto se puede deber principalmente a la humedad del entorno, Gonzales & Ortega (2020) explican que estos insectos buscan ambientes húmedos, ya que la humedad influye en su tiempo de desarrollo. Esto coincide con el factor que los vasos obtenidos del tratamiento 0 tenían una humedad muy baja, en algunos casos estaban secos, mientras que los obtenidos en el tratamiento 1 y 2 presentaban una humedad considerable y mayor presencia de larvas y huevos.

En el caso de los insectos en el suelo, se observó la presencia de hormigas y escarabajos en los Tratamientos 1 y 2, en su mayoría eran ejemplares adultos. Se observó que los escarabajos encontrados eran los mismos que los que se observó en el proceso de descomposición de ambos Bokashi.

7. CONCLUSIONES

Al compararse los resultados de las composiciones nutricionales de ambos Bokashi, se puede concluir que el Bokashi Fosfatado presenta valores más altos en los micronutrientes, macronutrientes, ácidos húmicos y tiene un pH más balanceado. El Bokashi tradicional por otro lado, presenta valores menores pero aceptables en los mismos parámetros, excluyendo el pH de 8.54 que se considera alto y la materia orgánica que presenta un valor más alto.

Los resultados de los tratamientos de Bokashi Tradicional y Fosfatado aplicados al suelo fueron los esperados, ya que ambos tuvieron un impacto positivo en las propiedades del suelo. En el caso de las propiedades físicas, ambos tuvieron un desempeño similar, incrementando la porosidad y reduciendo la densidad aparente. En el caso de las propiedades químicas del suelo, el Bokashi Fosfatado incrementó la concentración de materia orgánica, micronutrientes, macronutrientes y cationes, pero tuvo un ligero incremento en las sales disueltas. En las propiedades biológicas del suelo, el tratamiento con Bokashi Fosfatado presentó una mayor reducción en la presencia de hongos perjudiciales y un incremento en las bacterias ácido lácticas.

Finalmente, al comparar los resultados del rendimiento de los tratamientos sobre el suelo, el Bokashi Fosfatado demostró mejores resultados en la disponibilidad de nutrientes, actividad

biológica y valores de pH. Se puede concluir que es una alternativa adecuada para recuperar la fertilidad de los suelos de forma económica y fácil.

8. RECOMENDACIONES

Luego de los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda lo siguiente:

- Complementar con un análisis más a fondo de las sales tanto en el Bokashi como en el suelo, agregando el parámetro de amonio (NH_4^+).
- Realizar análisis de Densidad Aparente y Porosidad desde el inicio del tratamiento, repitiendo cada 5 días para tener datos más precisos del cambio en los microporos y macro poros, también se puede considerar realizar el análisis de macroporos ya que estos son los más cambiantes
- Monitorear inter diariamente el Bokashi, haciendo seguimiento de su humedad, T° Y pH, si estos valores son reducidos se debe considerar aumentar el alto de la pila de compostaje y tener un mejor sellado.
- Utilizar diferentes tipos de residuos animales, ya que esta variación contribuye al incremento de nutrientes y materia orgánica.
- Para obtener de manera más exacta la población de microorganismo se debe enviar a un laboratorio para hacer el conteo de población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROLAB. 2005. Guía de referencia para la interpretación análisis de suelos AGROLAB. Pachuca Hidalgo, México. 15 p
- Aldunate, R. A. (2015). Incorporación de abonos verdes para la recuperación de la fertilidad de los suelos en la comunidad Las Casas, Municipio Padilla, Chuquisaca. *AGRO-ECOLÓGICA*, 2(1), 13-21.
- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). Producción de cuyes. Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Arrieta, R. A. L., Gómez, G. G., Paneque, O. S. G., & Arteaga, M. C. J. (2018). Caracterización del abono Bocachi y su aplicación en el cultivo del pimentón (*Capsicum annum*, L.), en el estado Falcón. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 3(6), 110-127.
- Arrieta, R. A. L., Gómez, L. G. G., Paneque, O. S. G., & Arteaga, M. C. J. (2018). Caracterización del abono Bocachi y su aplicación en el cultivo del pimentón (*Capsicum annum*, L.), en el estado Falcón. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 3(6), 110-127.
- Ávarez-Solís, J. D., Gómez-Velasco, D., León-Martínez, N. S., & Gutiérrez-Miceli, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.
- Baldotto, M. A., & Baldotto, L. E. B. (2014). Ácidos húmicos. *Revista Ceres*, 61, 856-881.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Rizzo, P. F., Riera, N. I., Della Torre, V., Beltrán, M., & Crespo, D. (2013). Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales.
- Bernier, R., & Alfaro, M. (2006). Acidez de los suelos y efectos del encalado. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.

- Berrios Rodriguez, B. M., & Villegas Ruiz, E. C. (2020). Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y forrajes*, 35(4), 346-363.
- Cajusol Piscoya, F. D., & Moisupe Lluén, L. A. (2018). Caracterización físico-química y biológica del compost obtenido con residuos sólidos agropecuarios en Lambayeque, septiembre a diciembre de 2016.
- Carhuancho León, F. M. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola.
- CARON, V. C., GRAÇAS, J. P., & Castro, P. R. C. (2015). Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. *Piracicaba: ESALQ/USP*.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., & Aguilar-Santelises, A. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas.
- Castro, A., Henríquez, C., & Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 33(1), 31-43.
- Chávez, P. (2015). Caracterización fisicoquímica y madurez del compost de las ciudades de Tingo María y Aucayacu mediante test de autocalentamiento. *Informe final. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva*.
- Conil, P. (2006). Manejo de vinazas: metanización y compostaje, aplicaciones industriales. *Revista Técnicaña (17)*, 26-30.
- Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). *Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica*. EEA Bariloche.

- Escudero-de-Fonseca, A., Villamizar, A. y Alicia, C. (2012). Los microorganismos en los abonos orgánicos a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28, 69-77.
- Espinoza, L., Slaton, N. A., & Mozaffari, M. (2012). *Como interpretar los resultados de los análisis de suelos*. Cooperative Extension Service, University of Arkansas, US Department of Agriculture, and county governments cooperating.
- Essington, M. E. (2015). *Soil and water chemistry: an integrative approach*. CRC press.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. <http://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- FAO. (2017). Elaboración y uso del bokashi. 2018, de Ministerio de Agricultura y Ganadería en el Salvador Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>
- Gamarra Lezcano, C. C., Díaz Lezcano, M. I., Vera de Ortíz, M., Galeano, M. D. P., & Cabrera Cardús, A. J. N. (2018). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 4-26
- García Ruiz, K. (2015). *Efecto de tres niveles de bocashi y roca fosfórica en un sistema silvopastoril, con capirona (Calycophyllum spruceanum benth.) y pasto negro (Brachiaria humidicola) en la zona de Aucayacu*.
- García, L. A., y Quinke, A. (2012). El Potasio (K) en la producción de cultivos de invierno. *Serie Actividad de Difusion*, (677), 9-14.
- González Álvarez, K. T., & Ortega Barbosa, B. P. (2020). El cultivo del gusano de harina (Tenebrio molitor) como herramienta didáctica para disminuir el impacto ambiental del uso del poliestireno expandido (eps) potenciando el uso del abono orgánico producto de su biodegradación con estudiantes de 6° de la institución educativa alfonso builes correa. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2997>

- Guo, X. X., Liu, H. T., & Wu, S. B. (2019). Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. *Science of the total environment*, 662, 501-510.
- Higuera, M. (2008). Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. *Investigación aplicada y Desarrollo. Orius Biotecnología. Villavicencio, Colombia.* (Available in <http://www.oriusbiotecnologia.com>).
- Hossne, G., & Américo, J. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*, 26(3), 195-202.
- INEI. (2014). Compendio Estadístico Perú 2014. 2018, de INEI Sitio web: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib1173/cap02/cap02.pdf
- Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21.
- Ipanaque Llorca, G. E. A. (2017). Efecto del sustrato Bocashi en el mejoramiento de la calidad de un suelo degradado en el Valle de Moche, Trujillo.
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61.
- Largo, A., Iglesias-Abad, S., & Castillo, J. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353-361.
- Liang, W., Lou, Y., Li, Q., Zhong, S., Zhang, X., y Wang, J. (2009). Nematode faunal response to long-term application of nitrogen fertilizer and organic manure in Northeast China. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(5), 883-890.

- Llorca, I., y Aella, G. E. (2017). Efecto del sustrato Bocashi en el mejoramiento de la calidad de un suelo degradado en el Valle de Moche, Trujillo
- López, G., Fuentes, E., & Vázquez, H. (1981). Resumen sobre los elementos fundamentales que deben ser redactados en cada epígrafe del informe de suelos por municipio a escala 1/25000. *Departamento de Suelo y Agroquímica. Ministerio de la Agricultura. Dirección general de suelos y fertilizantes. Villa Clara, Cuba.*
- Marrero, F. C. M., Prato, J. G., La Cruz, Y., Sánchez, A., & Millán, F. (2018). Estudio metodológico sobre la medición de pH y conductividad eléctrica en muestras de compost. *Revista Colombiana de Química, 47(2), 21-27.*
- Medina, J. W. S., Pérez, W. R., y Patiño, G. R. (2014). Caracterización física y química de bokashi y lombricompost y su evaluación agronómica en plantas de maíz. *Ingenierías y Amazonia, 7(1).*
- Mendivil-Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A. D., Ruelas-Ayala, R. D., & Félix-Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia, 22(1), 17-23.*
- MINEM (2020). Quemias agrícolas perjudican calidad del aire.
- MINEM (2017). Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y agua con fines de riesgo.
- Monteza, Maria (2020). *Eficiencia del uso del bokashi tradicional y fosfórico en la recuperación de suelos amazónicos degradados.*
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1264/TB-Monteza%20M.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Natural Resources Conservation Service. (2007). Manure Chemistry- Nitrogen, Phosphorus, & Carbon: Manure Management Information Sheet (Informe 7).
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_043440.pdf

Noreña, J. E. J., Rodríguez, V. P., & Aguilar, P. A. A. La práctica de fertilización tiene como objetivo aportar los nutrientes esenciales a los cultivos cuando el suelo no los provee en la cantidad adecuada y en el tiempo oportuno en que son demandados por las plantas.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (10 de mayo de 2021). *Portal de Suelos de la FAO*. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>

Ormeño, M., y Ovalle, A. D. R. I. Á. N. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. *INIA Divulga*, 10, 29-34.

Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4.

Osorio, M. E., Mesías, J. M., & Araya, R. (2013). Estiércol de vacuno estabilizado y daño por boro en lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. del río, en el valle de Lluta, Chile. *Idesia (Arica)*, 31(1), 15-25.

Partida-Ruvalcaba, L., de Jesús Velázquez-Alcaraz, T., Acosta-Villegas, B., & Angulo-Gaxiola, C. E. (2006). Extractos vegetales y su efecto en la conductividad eléctrica de dos suelos salinos y de soluciones. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 83-89.

Pfenning, L. H., y Abreu, L. M. (2000). Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas. *Manual de Biología de Suelos Tropicales; Instituto Nacional de Ecología: México city, Mexico*, 243-280.

Picone, L., y Zamuner, E. (2002). Fósforo orgánico y fertilidad Fosfórica. *Informaciones agronómicas del cono sur*, 16, 11-15.

Ramírez, P. M. (2016). *Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de golf - San Bartolo, Lima*. [Tesis de Título inédita]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Ramírez-Builes, V. H., y Duque, N. N. (2010). Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronómica*, 59(2).
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.
- Ramos Agüero, D., y Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
- Raul, Á. C., Denis, O. A. J., Cristóbal, N. A., y Melesio, S. H. (2012). Recomendaciones en la Elaboración de Abono Orgánico Tipo Bocashi.
- Restrepo, J. (2007). El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. *Managua: SIMAS*.
- Rivero González, D. (2008). IDENTIFICACIÓN Y CONTROL in vitro CON quitosanay Trichoderma spp. DE HONGOS QUE CAUSAN EL MANCHADO DEL GRANO EN ARROZ (*Oryza sativa* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 23(1), 67-67.
- Rodríguez, R. O., & Hernández, R. M. (2012). Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 25(1), 16-31.
- Rodríguez Torres, M. D., Venegas González, J., Angoa, P., & Montañez Soto, J. L. (2010). Extracción secuencial y caracterización fisicoquímica de ácidos húmicos en diferentes compost y el efecto sobre trigo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(2), 133-147.
- Rubio, A. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural Los Alcornocales. *Proyecto fin de carrera para optar al título de Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad en explotaciones agropecuarias. España: Universidad de Sevilla*.

- Ruiz, R., Ferreyra, R., & Barrera, C. (2007). Manejo del suelo y nutrición en suelos con problemas de aireación. *Serie Actas-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.
- Safar, S., González, H., & Cappelli, N. L. (2011). Effect of rotary plows on some physical properties of a clay loam soil. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 32-44.
- Salgado, J. R., Rodríguez, M. G., y Pelaez, L. R. (2017). Business With An Organic Fertilizer Sustainable Approach, El Negocio De Abono Organico Con Enfoque Sustentable. *Revista Global de Negocios*, 5(5), 37-50.
- Samaniego-Fernández, L. M., Harouna, M., Corbea, O., Rondón-Castillo, A. J., & Placeres-Espinosa, I. (2018). Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. antagonistas de patógenos del suelo. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3).
- Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource technology*, 78(3), 301-308.
- Sarmiento Sarmiento, G. J., Amézquita Álvarez, M. A., & Mena Chacón, L. M. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55-61.
- Schwaner, A., y Anouk, S. (2006). Solubilización de roca fosfórica Carolina del Norte por cepas de *Aspergillus niger* Van Tieghem y su evaluación en plantulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en invernadero.
- Shaxson, F., & Barber, R. (2008). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal-El significado de la porosidad del suelo* (Vol. 79). Food & Agriculture Org.
- Shintani, Masaki. (2000). Bokashi. 2018, de EARTH (Escuela de Agricultura de la Region Tropical Humeda) Sitio web: <https://bocashi.files.wordpress.com/2010/10/bokashi-earth.pdf>

- Sicilia, J. M. (1955). *Los gorgojos del trigo y del arroz*. Ministerio de Agricultura, Publicaciones de Capacitación Agrícola.
- Souza, J. D., y Resende, P. (2006). Manual de horticultura orgánica. Viçosa: *Aprenda*
- Tanya Morocho, M., y Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.
- Toapanta Zapata, J. M. (2014). *Evaluación de eficiencia de los fertilizantes (fosfato diamónico, estiércol bovino y humus), en un ciclo de cultivo de rábano (Raphanus sativum) en Anchilivi lote 41, Salcedo, Cotopaxi, Ecuador, 2014* (Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK).
- Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos.
- Usman, D. C., Usman, C., Correa, C. R. B., y Orozco, M. S. S. (2003). Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro *Coriandrum sativum* L. Variedad Unapal Precoso. *Acta Agronómica*, 52(1), 59-63.
- Valencia Hernández, L. J. (2015). Evaluación de la actividad fungistática in vitro de bacterias ácido-lácticas contra especies de *Fusarium* causantes de pudrición basal en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw). *Maestría en Ciencias Biológicas*.
- Valenzuela, E., Barrera, S., & Pinochet, D. (2002). Solubilización de roca fosfórica Carolina del Norte con cepas de *Aspergillus niger* aisladas desde un suelo trumao. *Boletín micológico*, 17.
- Ventimiglia, L. A., & Torrens Baudrix, L. (2021). *Maíz: prueba de fuentes nutricionales*. AER 9 de Julio, INTA.
- Villagómez Castillo, D. A. (2014). *Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la Maná, provincia de Cotopaxi* (Bachelor's thesis, Quito: UCE.).
- Vistoso, E., y Martínez, J. (2019). Los micronutrientes del suelo. *Ficha Técnica INIA Remehue*.

Yong Lescano, J. J. (2020). *Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).

ANEXOS

ANEXO 1: Cuadro de estimación de Densidad Aparente y porosidad

	CODIGO	PESO (g)	DENSIDAD APARENTE (g/cm3)	DENSIDAD REAL. (g/cm3-valor lit.)	POROSIDAD (%)
2/02/2021	T0R1	995	1.678	2.65	36.67
	T0R2	947	1.597	2.65	39.72
	T0R3	1085	1.830	2.65	30.94
	T1R1	667	1.125	2.65	57.55
	T1R2	677	1.142	2.65	56.91
	T1R3	831	1.402	2.65	47.11
	T2R1	828	1.397	2.65	47.30
	T2R2	746	1.258	2.65	52.52
	T2R3	1020	1.720	2.65	35.08
18/02/21	T0R1	944	1.592	2.65	39.92
	T0R2	896	1.511	2.65	42.97
	T0R3	968	1.633	2.65	38.39
	T1R1	627	1.058	2.65	60.09
	T1R2	543	0.916	2.65	65.44
	T1R3	575	0.970	2.65	63.40
	T2R1	682	1.150	2.65	56.59
	T2R2	701	1.182	2.65	55.38
	T2R3	784	1.322	2.65	50.10

ANEXO 2: Cuadro de presencia de hongos, bacterias ácido lácticas y insectos

FECHA	CODIGO		COLONIAS DE HONGOS						BACTERIA ACIDO LACTICA	INSECTOS			
			B		M					Tenebrio molitor			Forficula auricularia
			Aspergillus	Trichoderma	Rizophus	Fusarium	Trichothecium	Alternaria		Huevos	Larvas	Escarabajo	
INICIAL	TOR1	vaso 1	x	x	x	x	x						
		vaso 2	x	x	x		x						
	TOR2	vaso 1	x	x	x	x	x						
		vaso 2	x	x	x	x	x						
	TOR3	vaso 1	x	x	x	x	x						
		vaso 2	x	x	x	x	x						
	T1R1	vaso 1	x		x	x							x
		vaso 2	x	x	x	x	x						x
	T1R2	vaso 1	x	x	x	x		x			x	x	
		vaso 2	x	x	x		x	x			x	x	
	T1R3	vaso 1	x	x	x								x
		vaso 2	x	x	x	x			x			x	x
	T2R1	vaso 1	x		x	x						x	x
		vaso 2	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	T2R2	vaso 1	x	x	x				x	x	x	x	
		vaso 2	x	x	x				x		x	x	
	T2R3	vaso 1	x	x	x	x			x			x	x
		vaso 2	x	x	x		x	x				x	x
FINAL	TOR1	vaso 1	x	x	x		x						
		vaso 2	x	x	x	x	x						
	TOR2	vaso 1	x	x	x	x	x						
		vaso 2		x	x	x	x	x					x
	TOR3	vaso 1		x	x	x	x	x					
		vaso 2	x	x	x	x	x						
	T1R1	vaso 1	x	x	x	x	x				x		
		vaso 2	x	x	x						x	x	
	T1R2	vaso 1	x	x	x		x	x			x		x
		vaso 2	x	x	x		x		x		x	x	
	T1R3	vaso 1	x	x	x	x		x				x	
		vaso 2	x	x	x	x				x			x
	T2R1	vaso 1	x	x	x		x		x	x	x	x	x
		vaso 2	x	x	x		x	x	x			x	x
	T2R2	vaso 1	x	x	x				x			x	
		vaso 2			x						x	x	x
	T2R3	vaso 1	x	x	x	x	x					x	x
		vaso 2	x	x	x				x	x	x	x	x

ANEXO 3: Análisis de laboratorio de porcentaje Ácidos Húmicos y Fulvicos



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO
IE-190121-04

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : AGRICOLA EL CIRUELO S.A.C.
1.2 RUC/DNI : 20495057101
1.3 Dirección : CAL.TAMBO DE MORA NRO. 126 ICA - CHINCHA - CHINCHA ALTA

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 19 de Enero de 2021
2.2 Fin : 25 de Enero de 2021
2.3 Emisión de informe : 26 de Enero de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.6 °C
3.2 Humedad Relativa : 57,5 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado : Determinación de ácidos Húmicos y Fúlvicos
4.2 Método utilizado : Espectrofotometría UV - VIS

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

- 5.1 Código de Lab. : S-0853 / S-0854
5.2 Descripción : BK-1 (ABONCO) / BK-2 (ABONCO)

6. RESULTADOS

6.1. Resultados de Ensayo

Tabla N°1: Resultados de Ensayo

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADOS	
			S-0853	S-0854
Ácidos Húmicos	%	Espectrofotometría UV - VIS	0.1572	0.2947
Ácidos Fúlvicos	%	Espectrofotometría UV - VIS	0.1484	0.0435

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1937

Página 1 de 1

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTIN DE PORRES LIMA. - Teléfono (51-1) 721 6212 -
www.slabperu.com

ANEXO 4: Análisis de laboratorio de Enmienda Organica de Bokashi Tradicional



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
PREDIO : MARIA MONTEZA
MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA

ANÁLISIS N° : 140-01EOS -2021
LUGAR : CHINCHA
FECHA DE RECEP. : 18/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
MUESTRA : BK - 1

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 25.8 °C (E.S)	8.54		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	3.84	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio	3.72	%	MEOS - 003	Gravimétrico
Humedad	73.40	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica	14.97	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico	8.68	%		
Cenizas Totales	2.20	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Impurezas	5.71	%	MEOS - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N -)	0.36	%	MEOS - 008	Dumas
Fósforo Total (P2O5)	0.49	%	MEOS - 009	Colorimétrico
Potasio Total (K2O)	0.48	%	MEOS - 010	FAAS
Calcio Total (CaO)	1.74	%	MEOS - 011	FAAS
Magnesio Total (MgO)	0.29	%	MEOS - 012	FAAS
Azufre Total (S)	0.08	%	MEOS - 013	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.12	%	MEOS - 014	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.05	%	MEOS - 015	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	6.70	ppm	MEOS - 016	FAAS
Zinc Total (Zn)	44.75	ppm	MEOS - 017	FAAS
Manganeso Total (Mn)	81.85	ppm	MEOS - 018	FAAS
Hierro Total (Fe)	329.50	ppm	MEOS - 019	FAAS
Boro Total (B)	21.00	ppm	MEOS - 020	Colorimétrico
C / N	24.11			

Los resultados están expresados en muestra original.

DONDE:

% : Vías / Masa
ppm : mg / Kg
(E.S) : Estado de Saturación

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea
MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 5: Análisis de laboratorio de Enmienda Orgánica de Bokashi Fosfatado



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 PREDIO : MARIA MONTEZA
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA

ANÁLISIS N° : 140-02EOS -2021
 LUGAR : CHINCHA
 FECHA DE RECEP. : 16/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL
 MUESTRA : BK - 2

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 25.8 °C (E.S)	8.01		MEOS - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.(E.S.)	7.77	dS/m	MEOS - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio	3.51	%	MEOS - 003	Gravimétrico
Humedad	69.29	%	MEOS - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica	13.37	%	MEOS - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico	7.75	%		
Cenizas Totales	5.29	%	MEOS - 006	Gravimétrico
Impurezas	8.54	%	MEOS - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N -)	0.37	%	MEOS - 008	Dumas
Fósforo Total (P2O5)	1.74	%	MEOS - 009	Colorimétrico
Potasio Total (K2O)	0.90	%	MEOS - 010	FAAS
Calcio Total (CaO)	2.34	%	MEOS - 011	FAAS
Magnesio Total (MgO)	0.42	%	MEOS - 012	FAAS
Azufre Total (S)	0.16	%	MEOS - 013	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.25	%	MEOS - 014	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.12	%	MEOS - 015	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	11.35	ppm	MEOS - 016	FAAS
Zinc Total (Zn)	56.75	ppm	MEOS - 017	FAAS
Manganeso Total (Mn)	112.20	ppm	MEOS - 018	FAAS
Hierro Total (Fe)	580.50	ppm	MEOS - 019	FAAS
Boro Total (B)	15.00	ppm	MEOS - 020	Colorimétrico
C / N	20.96			

Los resultados están expresados en muestra original.

DONDE:

% : Masa / Masa
 ppm : mg / Kg
 (E.S) : Extracto de Saturación
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea
 MEOS : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chezón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC

ANÁLISIS N° : 140-015 -2021

PREDIO : MARIA MONTEZA

LUGAR : CHINCHA

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 18/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : To R1

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	1.90	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.07	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	12.51	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	3.64	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O
Boro Disponible (B)	2.04	ppm	MES - 022	Colorimétrico

CONDICIONES:

DTPA : Pantabato de Difenilamina.
MES : Método propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrofotometría de Absorción Atómica por Llama.
ppm : mg/Kg.

NOTA:

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 7: Análisis de laboratorio de Tratamiento 1 – Inicial



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC ANALISIS N° : 140-045-2021
 PREDIO : MARIA MONTEZA LUGAR : CHINCHA
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE RECEP : 18/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : T1 R1

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	TECNICA
Textura				
Arena	56.34	%		
Limo	23.95	%		
Arcilla	19.71	%	MES - 001	Boyeros
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	33.88	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.74	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	6.66	dS / m	MES - 004	Electrónica
pH (1/1) a Temp = 24.8 °C	7.87		MES - 005	Electrónica
Fósforo Disponible	22.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.90	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.05	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	177.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amónico
Calcio	10.63	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	0.73	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.33	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.41	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.75	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	12.10	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	20.38	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	32.96	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	17.38	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	7.77	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	55.75	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	7.01	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	14.88	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.47	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	2.12	ppm (*)	ISO 9396 1990	Colorimétrico

ABRIL
 E.S : Edición de Saturación
 (1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
 C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Electrico
 % : Porcentaje
 ppm : mg / Kg
 ppm(O) : mg / L

MES y PSA : Método Propio del Laboratorio
 SM : Standard Methods
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
 ISO : International Organization for Standardization
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

NOTA:
 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 651 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC

ANÁLISIS N° : 140-049 -2021

PREDIO : MARIA MONTEZA

LUGAR : CHINCHA

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 18/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : T1 R1

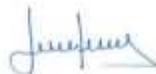
PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	1.74	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.84	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	13.05	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	3.83	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O
Boro Disponible (B)	2.32	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentacetato de Ditiolentramina
MES : Método propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
ppm : mg/Kg

NOTA:

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.



MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 8: Análisis de laboratorio de Tratamiento 2 – Inicial



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC ANALISIS N° : 146-075-2021
 PREDIO : MARIA MONTEZA LUGAR : CHINCHA
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE RECEP. : 10/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : T2 R1

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	TECNICA
Textura				
Arena	50.39	%		
Limo	27.92	%		
Arcilla	21.69	%	MES - 001	Boydell
Clase Textural	FRANCO ARCILLO ARENOSA			
Porcentaje de Saturación de Agua	38.89	%	MES - 002	Gravimétrica
Carbonato de Calcio Total	1.77	%	MES - 003	Gravimétrica
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	6.30	dS / m	MES - 004	Electrométrica
pH (1/1) a Temp = 24.7 °C	7.90		MES - 005	Electrométrica
Fósforo Disponible	26.20	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.17	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.07	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	184.80	ppm	MES - 008	Azotato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac, Amonio
Calcio	12.45	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	0.69	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.22	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.42	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	1.57	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.78	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	14.52	mEq / L	SM 4000 CL - B	Argentométrico
Sulfato	30.52	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	12.00	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	7.32	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	46.40	mEq / L	EPA 210.1	FAAS
Magnesio	6.95	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	10.18	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.45	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	1.72	ppm (°)	ISO 9390/1980	Colorimétrico

CONV:
 E.S : Grado de Saturación
 (1/1) : Reactor Masa del Suelo / Volumen del Agua
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
 C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Eléctrico
 % : Peso / Masa
 ppm : mg / Kg
 ppmC : mg / L
 MES y USA : Método Propio del Laboratorio
 SM : Standard Methods
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
 ISO : International Organization for Standardization
 FAAS : Experimento de Absorción Átomo por Átomo

NOTA:
 1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
 2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicent de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC

ANÁLISIS N° : 140-075 -2021

PREDIO : MARIA MONTEZA

LUGAR : CHINCHA

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 18/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : T2 R1

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	1.71	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.84	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	10.83	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	4.14	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O
Boro Disponible (B)	1.88	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentacetato de Ditiolentriamino.
MES : Método propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
ppm : mg/Kg

NOTA:

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 9: Análisis de laboratorio de Tratamiento 0 – Final



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC ANALISIS N° : 234-015 -2021
 PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC LUGAR : CHINCHA
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE RECEP. : 19/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : T9 R1

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	50.38	%		
Limo	30.38	%		
Arcilla	18.94	%	MES - 001	Boyazcos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	33.99	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.80	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	5.11	dS / m	MES - 004	Electrónica
pH (1/1) a Temp = 25 °C	7.86		MES - 005	Electrónica
Fósforo Disponible	17.69	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.97	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.06	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	164.20	ppm	MES - 009	Acoloro de Arsenito
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.58	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.02	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.46	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.38	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	3.99	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.43	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	16.78	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	31.10	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	12.83	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.82	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.49	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	43.71	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.60	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	12.10	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.06	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	1.28	ppm (*)	ISO 9390.1090	Calorimétrico

UNIC: UNIC - Unidad de Laboratorio
 (1/1) Reacción Masa del Suelo / Volumen del Agua
 P.S.I. Porcentaje de Sodio Intercambiable
 C.I.C.E. Capacidad de Intercambio Cationico Eléctrico
 % Hacer / Masa
 ppm mg / Kg
 ppmC mg / L

MES y MSA Método Propio del Laboratorio
 SM Standard Methods
 EPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
 ISO International Organization for Standardization
 FAAS Departamento de Análisis Químico por Líquido

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 234-015 -2021
 LUGAR : CHINCHA
 FECHA DE RECEP. : 19/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : T0 R1

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	2.43	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	2.13	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	12.42	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	6.03	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ .2H ₂ O
Boro Disponible (B)	0.64	ppm	MES - 022	Colorimétrico

CONCE:

DTPA : Fertilizante de Diferenciación
 MES : Método propio del Laboratorio
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 ppm : mg/Kg

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola



MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 10: Análisis de laboratorio de Tratamiento 1 – Final



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 234-945-2021
 LUGAR : CHINCHA
 FECHA DE RECEP. : 18/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : T1 R1

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Areca	56.96	%		
Limo	27.00	%		
Arcilla	16.04	%	MES - 001	Boeyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	35.66	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.37	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	2.82	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.1 °C	8.40		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	134.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.14	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.12	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	398.60	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.69	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.06	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.67	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.94	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	5.05	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.36	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	10.97	mEq / L	SM 4300 CL - B	Argentométrico
Sulfato	18.99	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.22	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	10.26	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	18.06	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	4.67	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	14.02	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.18	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	1.48	ppm (%)	ISO 9390:1990	Colorimétrico

UNES:
 E.S. : Extracto de Saturación
 (1:1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Electrico
 % : Haces / Masa
 ppm : mg / Kg
 cmc : cm³ / L

MES y MEA: Método Propio del Laboratorio
 SM : Standard Methods
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
 ISO : International Organization for Standardization
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:
 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 234-049 -2021
 LUGAR : CHINCHA
 FECHA DE RECEP. : 19/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : T1 R1

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	3.00	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	4.96	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	17.92	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	9.44	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O
Boro Disponible (B)	2.04	ppm	MES - 022	Colorimétrico

CONDICIONES:

DTPA : Pentacetato de Ditiocarbamato
 MES : Método propio del Laboratorio
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
 ppm : mg/Kg

NOTA:

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.



MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 11: Análisis de laboratorio de Tratamiento 2 – Final



SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 234-875-2021
 LUGAR : CHINCHA
 FECHA DE RECEP. : 18/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
 MUESTRA : T2 R1

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	56.85	%		
Limo	27.02	%		
Arcilla	16.03	%	MES - 001	Booyousois
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	36.44	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.13	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	5.43	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.1 °C	7.73		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	174.17	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.38	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.14	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	774.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	8.95	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.41	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.85	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.75	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.12	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.96	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	26.79	mEq / L	SM 4300 CL - B	Argentométrico
Sulfato	34.09	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.13	mEq / L	MEA - 001	Colormétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	5.96	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	22.43	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	10.53	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	26.38	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	6.20	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	1.84	ppm (*)	ISO 9396/1990	Colormétrico

UNITS:
 E.S. : Equivalencia de Saturación
 (1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
 P.S.I. : Porcentaje de Sodio Intercambiable
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Eléctrico
 % : Porcentaje
 ppm : mg / Kg
 ppmC : mg / L
 MES y MEA : Métodos Propios del Laboratorio
 SM : Standard Methods
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
 ISO : International Organization for Standardization
 FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama

NOTA:
 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
PREDIO : AGRICOLA EL CIRUELO SAC
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 234-075 -2021
LUGAR : CHINCHA
FECHA DE RECEP. : 19/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

MUESTRA : T2 R1

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extraccante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	2.59	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	4.23	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	16.46	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	9.38	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O
Boro Disponible (B)	2.72	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Peróxido de Ditionitos
MES : Método propio del Laboratorio
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
ppm : mg/Kg

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.



MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 561 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

ANEXO 12: Monitoreo de Temperatura y pH en los Bokashi

CÓDIGO		pH																
		18/12/2020	20/12/2020	22/12/2020	24/12/2020	26/12/2020	28/12/2020	30/12/2020	1/01/2021	3/01/2021	5/01/2021	7/01/2021	9/01/2021	11/01/2021	13/01/2021	15/01/2021	17/01/2021	18/01/2021
BK-1	extremo 1	7.2	7	7	7	7	7.2	7.4	7.6	7.8	8	8	8	8	8.1	8.2	8.2	8.3
	centro	7.2	7	7	7.1	7.1	7.3	7.4	7.7	7.8	8.1	8	8	8	8.1	8.2	8.2	8.4
	extremo 2	7.1	7	7.1	7.1	7.1	7.3	7.3	7.6	7.8	8.1	8	8	8.1	8.1	8.2	8.2	8.4
BK-2	extremo 1	6.2	6.3	6.5	6.5	6.7	6.8	7	7	7	7.2	7.4	7.4	7.5	7.6	7.8	7.8	7.9
	centro	6.2	6.5	6.6	6.6	6.8	6.8	7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.4	7.5	7.6	7.8	7.8	7.9
	extremo 2	6.2	6.5	6.6	6.6	6.8	6.8	7	7	7.1	7.2	7.4	7.4	7.4	7.6	7.8	7.8	7.9

CÓDIGO		TEMPERATURA (°C)																
		18/12/2020	20/12/2020	22/12/2020	24/12/2020	26/12/2020	28/12/2020	30/12/2020	1/01/2021	3/01/2021	5/01/2021	7/01/2021	9/01/2021	11/01/2021	13/01/2021	15/01/2021	17/01/2021	18/01/2021
BK-1	extremo 1	39	40	38	38	38	40	40	40	42	41	41	41	40	40	39	41	41
	centro	40	40	39	39	41	41	41	42	44	42	43	42	42	41	42	42	42
	extremo 2	40	38	39	38	39	41	41	41	42	40	40	40	40	40	40	42	42
BK-2	extremo 1	40	38	39	39	39	40	40	40	41	40	42	40	39	40	40	40	39
	centro	42	39	41	40	40	40	42	41	43	41	42	41	41	41	41	40	40
	extremo 2	41	39	39	39	40	40	39	39	40	41	41	40	40	41	40	39	40

ANEXO 13: Monitoreo de Temperatura y pH en los Tratamientos

CÓDIGO	pH													
	18/01/2021	20/01/2021	22/01/2021	25/01/2021	27/01/2021	29/01/2021	01/02/2021	03/02/2021	05/02/2021	08/02/2021	10/02/2021	12/02/2021	15/02/2021	18/02/2021
T0R1	7.8	7.7	7.5	7.7	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.7	7.8
T0R2	7.9	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9
T0R3	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.7	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9
T1R1	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	8	8.1	8.1	8.4
T1R2	8.1	8	8.2	8.1	8	8	8	8.1	8	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3
T1R3	7.8	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8	7.8	7.9	8	8.3	8.4	8.4
T2R1	7.8	7.9	7.7	7.7	7.7	8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7
T2R2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8	8	8.1	8
T2R3	7.8	7.9	7.9	8	8.1	8.1	8	8	8	7.9	8	8	8	8

CÓDIGO	TEMPERATURA (°C)													
	18/01/2021	20/01/2021	22/01/2021	25/01/2021	27/01/2021	29/01/2021	01/02/2021	03/02/2021	05/02/2021	08/02/2021	10/02/2021	12/02/2021	15/02/2021	18/02/2021
T0R1	25	26	26	25	25	26	23	24	24	26	28	26	26	27
T0R2	26	26	24	25	25	25	24	25	25	25	28	25	27	27
T0R3	26	25	25	26	26	25	24	24	24	26	28	25	26	26
T1R1	26	25	25	26	26	26	24	25	25	26	29	27	28	27
T1R2	25	25	24	25	25	25	24	24	24	24	28	25	26	27
T1R3	25	25	24	26	26	24	23	25	25	25	28	26	25	26
T2R1	25	25	26	25	25	25	23	24	24	25	29	26	25	26
T2R2	25	26	26	25	25	25	23	26	26	26	29	25	26	26
T2R3	25	26	26	26	26	26	23	25	25	25	29	27	26	26

ANEXO 14: Fotos del área de compostaje



ANEXO 15: Fotos del proceso de elaboración de ambos Bokashi



ANEXO 16: Fotos de capas del Bokashi antes de la mezcla



ANEXO 17: Fotos de ambos Bokashi en el día 30 de compostaje



ANEXO 18: Fotos de aplicación de los tratamientos



ANEXO 19: Fotos de muestras tomadas

