UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

APLICACIÓN DE *Saccharomyces cerevisiae* PARA ACELERAR EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE BIO-RESIDUOS DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA COMO CONTRIBUCIÓN A LA REDUCCIÓN DE GEI EN EL 2018

TESIS

PRESENTADO POR:

EDY ARMANDO CARACELA COAQUIRA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

MOQUEGUA – PERU

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN.

El Jurado suscribiente ha calificado el trabajo de Tesis,

TITULADO "Aplicación de Saccharomyces Cerevisiae Para Acelerar el Proceso de Compostaje de Bio-Residuos de Una Institución Educativa como Contribución a la Reducción de GEI en el 2018"

PRESIDENTE M.Sc. Juan Luis Ccamapaza Aguilar.

MIEMBROS M.Sc. Mario Roman Flores Roque

M.Sc. Guilmar Victor Medina Astorga.

ASESOR Dr. Milko Raúl Rivera Campano

PRESENTADO POR EL BACHILLER Edy Armando Caracela Coaguira

DE LA PROMOCIÓN:

CUYOS RESULTADOS HAN SIDO LOS SIGUIENTES:

CALIFICATIVO DEL TRABAJO 15 (Quince)

CALIFICATIVO DE LA SUSTENTACIÓN 15 (Quince)

CALIFICATIVO FINAL 15 (Quince)

POR LO EXPUESTO, EL BACHILLER Edy Armando Caracela Coaguira

HA SIDO DECLARADO EXPEDITO PARA QUE SE LE CONFIERA EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

EN FE DE ELLO QUEDA ASENTADA LA PRESENTE ACTA

Ilo, a los 22 días de Agosto de 2019

Presidente

Miembro
M.Sc Mario R. Flores Roque

Miembro
M Guilmar Medina Astorga

A Dios por haberme brindado la vida y vivir este grato momento.

A mis padres por ser el pilar fundamental de toda mi educación.

A mí querida esposa Yina y mis hijos Jaréd y Geral por ser el motor de mi vida, ya que siempre estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles dándome aliento y fortaleza.

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “APLICACIÓN DE *Saccharomyces cerevisiae* PARA ACELERAR EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE BIO-RESIDUOS DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA COMO CONTRIBUCIÓN A LA REDUCCIÓN DE GEI EN EL 2018”, se llevó a cabo en la Institución Educativa Coronel Francisco Bolognesi Cervantes ubicada en la Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua en las siguientes coordenadas: 71° 20’ 6.62’’ Longitud Oeste, 17° 38’ 3.73’’ Latitud Sur y una altitud 40.00 msnm.

Las instituciones educativas del distrito de Ilo generan bio-residuos que son dispuestos diariamente al botadero municipal sin ningún tipo de tratamiento, motivo por el cual se ejecutó el presente trabajo de investigación, con la finalidad de reducir los gases de efecto invernadero producidos durante la descomposición de los bio-residuos, mediante la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* en un sistema de compostaje eficiente, acelerando su proceso y salvaguardando las características físicas, químicas y biológicas del compost como valor agregado.

Para la evaluación estadística de los resultados se efectuó el análisis de varianza (ANOVA), con pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% en los factores dosis y tiempo, con cálculo de regresión lineal para el factor calidad.

Se empleó un diseño experimental simple de medida repetida, con 3 tratamientos que tuvieron a la variable independiente (dosis 100 gramos, 200 gramos y 300 gramos del microorganismo) y un testigo al cual no se agregó microorganismos.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el tratamiento 3 con una dosis de 300 gramos de microorganismos, obtuvo mejores indicadores, acelerando el **tiempo de cosecha del compost a 93 días, en comparación a los 118 días de testigo** (tratamiento sin dosis de microorganismos) y los 270 días del método propuesto por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en la GUIA DE EDUCACION EN ECOEFICIENCIA PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS, obteniendo una calidad adecuada descrita a continuación: contenido de nitrógeno (1%), fósforo (0.63 %), potasio (1.07%), pH (7.6), Humedad (47.7%), Relación C/N (11.7), Conductividad (9.2 dS/m) y materia orgánica (20.1%).

ABSTRACT

The research work entitled “APPLICATION OF *Saccharomyces cerevisiae* TO ACCELERATE THE BIO-WASTE COMPOSTATION PROCESS OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION AS A CONTRIBUTION TO THE GEI REDUCTION IN 2018”, was carried out at the Colonel Francisco Bolognesi Cervantes Educational Institution located in The Province of Ilo, Moquegua Department at the following coordinates: 71 ° 20 '6.62' 'Longitude West, 17 ° 38' 3.73 " South Latitude and an altitude of 40.00 meters above sea level.

The educational institutions of the district of Ilo generate bio-waste that is disposed daily to the municipal dump without any treatment, which is why this research work was carried out, with the purpose of reducing the greenhouse gases produced during decomposition of bio-waste, through the application of Saccharomyces cerevisiae in an efficient composting system, accelerating its process and safeguarding the physical, chemical and biological characteristics of compost as added value.

For the statistical evaluation of the results, the analysis of variance (ANOVA) was performed, with tests of significance of Tukey at 5%, to differentiate between treatments and tests of Minimum Significant Difference at 5% in the dose and time factors, with calculation of linear regression for the quality factor.

A simple experimental design of repeated measurement was used, with 3 treatments that had the independent variable (dose 100 grams, 200 grams and 300 grams of the microorganism) and a control to which no microorganisms were added.

The results obtained allow us to conclude that treatment 3 with a dose of 300 grams of microorganisms, obtained better indicators, accelerating the harvest time of the compost to 93 days compared to the 118 days of control (treatment without dose of microorganisms) and 270 days of the method proposed by the Ministry of Environment (MINAM) in the ECOEFFICIENCY EDUCATION GUIDE FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS, obtaining an adequate quality described below: nitrogen content (1%), phosphorus (0.63%), potassium (1.07%), pH (7.6), Humidity (47%), C / N Ratio (11.7), Conductivity (9.1 dS / m) and organic matter (20.1%).

INDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....11

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMATICA 11

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....13

1.2.1 Problema General 13

1.2.2 Problemas Específicos.....14

1.3 JUSTIFICACIÓN.....14

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 15

1.4.1 Objetivo General.....15

1.4.2 Objetivos Específicos 16

1.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 16

1.5.1 Hipótesis General.....16

1.5.2 Hipótesis Específicas 17

CAPITULO II: MARCO TEORICO 18

2.1 Antecedentes del estudio 18

2.2 Bases Teoricas.....22

2.3 Definición de Terminos.....27

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO 28

3.1 TIPO Y DISEÑO.....28

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN 28

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 28

3.3.1 Variable independiente 29

3.3.2 Variable dependiente 29

3.4 POBLACIÓN Y/O MUESTRA 30
3.4.1 La población.....30
3.4.2 La muestra.....31

3.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....31
3.5.1 Diseño experimental.....31
3.5.2 Tratamientos.....33
3.5.3 Muestreo 33
3.5.4 Analisis de calidad.....33
3.5.5 Analisis estadístico.....34

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE DATOS.....34
3.6.1 Aplicación de la metodologia planteada.....34

CAPITULO IV:PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....49
4.1. Resultados y discusión.....49
4.2. Comprobación de Hipótesis 65

CONCLUSIONES 66

RECOMENDACIONES.....68

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 69

ANEXOS 71

Anexo 1 71

Anexo 2 73

Anexo 3 74

Anexo 4 75

Anexo 5 76

Anexo 6 77

Anexo 7 78

Anexo 8 79

Anexo 9 80

Anexo 10 81

Anexo 11 82

Anexo 12 83

Anexo 13 84

Anexo 14 85

Anexo 15 86

APÉNDICES……..……**87**

INTRODUCCIÓN

El hombre a lo largo del tiempo ha sido el depositario de los residuos sólidos generados por todas sus actividades, a raíz de la revolución industrial el mundo se desarrolló tecnológicamente y también incremento su nivel de contaminación ambiental, de ahí nace la importancia que tiene el control y manejo de los residuos sólidos en todo el mundo.

Los residuos sólidos institucionales son parte de los residuos sólidos municipales que son considerados fuentes emisoras de Gases de Efecto Invernadero GEI, porque generan impactos ambientales negativos en la atmósfera e inciden en forma negativa en el desarrollo integral de la población; razón por la cual mediante este proyecto de investigación se pretende proveer una herramienta apropiada para el aprovechamiento de los bio-residuos de las instituciones educativas y contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero producidos en su descomposición.

Ahora en sus orígenes, el compostaje consistía en el apilamiento de Bio-residuos, excrementos de animales y los residuos de la cosecha, con la finalidad de descomponerlos y transformarlos en productos aprovechables como abono. Con el pasar de los años estas técnicas fueron evolucionando, logrando así un mayor conocimiento del proceso y mejor calidad del compostaje, ya que mediante el manejo adecuado de las variables y aplicación de algunos microorganismos podemos obtener compostaje en menor tiempo y excelente calidad.

Son estas las razones que impulsaron la ejecución de la presente Investigación para la cual se plantearon diferentes interrogantes que van a ser absueltas en el desarrollo de la tesis.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los residuos sólidos dispuestos en los botaderos municipales son considerados fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos y es una de las principales preocupaciones en nuestro país, porque generan impactos ambientales que inciden en forma negativa en el desarrollo integral de la población; razón por la cual mediante este proyecto de investigación se pretende proveer una herramienta apropiada para el aprovechamiento de los bio-residuos de las instituciones educativas y contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero producidos en su descomposición.

El problema de los residuos sólidos tiene una dimensión local, regional, nacional y mundial, exigiendo acciones de todas las autoridades competentes, estando comprendidos por los materiales generados en las actividades de consumo de las instituciones educativas y que carecen de valor económico; probablemente por la falta de capacitación técnica o una tecnología adecuada para su aprovechamiento.

Los residuos sólidos orgánicos o bio-residuos, comprende todo residuo procedente de los alimentos animales y vegetales, estos son una fuente

importante para la generación de abonos de alta calidad, si se somete a un tratamiento adecuado en la descomposición y transformación en abono orgánico, a este proceso se le denomina compostaje. Cuyo proceso de conversión es importante no solo por la generación de este abono que incrementa la fertilidad del suelo, sino también porque nos permite contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero producidos en su descomposición natural y que aportaría a la optimización de costos de traslado al botadero municipal de nuestra provincia.

En nuestro país la elaboración de compost juega un papel vital en las estrategias utilizadas para la gestión integral de los residuos sólidos, en el 2014 el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) presentó una tecnología que permite producir compost de calidad a menor costo, ese mismo año el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social lanzo el proyecto: "*Producción y uso de abonos orgánicos"*, para el 2015 el instituto nacional de estadística e informática (INEI) reportó la generación de 20,894,646 kg de residuos sólidos en el Perú de 1777 municipalidades. En el Distrito de Ilo semanalmente se producen 310.52 toneladas de residuos sólidos de los cuales **165.01 toneladas son residuos sólidos orgánicos** (SIGERSOL-2015).

Tabla 1:
Residuos sólidos municipales recolectados del distrito de Ilo.

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residuos sólidos semanales	322 000 kg	343 000 kg	370 000 kg	310 180 kg	370 000 kg	375 000 kg	310 520 kg
Población urbana con servicio de recolección	99%	100%	100%	95%	95%	95%	95%

Fuente*: Sistema de información para la gestión de residuos sólidos.*

En cuanto a instituciones educativas tenemos como referencia una generación Per Cápita de residuos sólidos por estudiante de **0.087 kg/hab./día.**, según el Estudio de caracterización física de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Ate, en la ciudad de Lima; ahora, considerando que Ilo tiene una población estudiantil en los niveles primario y secundario de **4576 estudiantes** según la Unidad de Gestión Educativa Local sede Ilo en el 2015, los **cuales generarían 1.99 toneladas semanales** de residuos sólidos, dentro de ellos aproximadamente **1.057 toneladas son residuos sólidos orgánicos** que podrían ser tratados mediante un sistema de compostaje.

Tabla 2:
P*oblación educativa de la provincia de Ilo.*

ITEM	DISTRITO	ESTUDIANTES
1	ILO	4 576
2	PACOCHA	1 911
3	ALGARROBAL	86
4	**TOTAL**	**6 573**

Nota. Fuente*: Unidad de gestión Educativa Local sede Ilo.*

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Interrogante general

¿Podrá la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* acelerar el proceso de compostaje de bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018?

1.2.2 Interrogantes especificas

- ¿Será posible establecer un sistema de compostaje de bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018, aplicando el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*?

- ¿Cuál será el tiempo requerido por el proceso de compostaje después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018?

- ¿Cuáles son las características físicas, químicas y biológicas del compost después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El compostaje es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en abono orgánico bajo el impacto de microorganismos de manera práctica y segura.

Ahora, en las **instituciones educativas** del distrito de Ilo se viene generando aproximadamente **1.057 toneladas de residuos sólidos orgánicos** semanales, los cuales son dispuestos al botadero municipal de nuestra provincia sin ningún tipo de tratamiento.

Motivo por el cual el presente proyecto de investigación considera pertinente aplicar el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* para acelerar el proceso de compostaje de bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de Gases de Efecto Invernadero producidos por los bio-residuos de dicha institución evacuados al botadero municipal de nuestra provincia.

Justificando plenamente la necesidad en la búsqueda de la reducción de gases de efecto invernadero producidos por la descomposición de los bio-residuos en las instituciones educativas, mediante la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* para acelerar el proceso de compostaje, el mismo que en el futuro podrá expandir su aplicación en las instituciones educativas de la Provincia.

~~1.5~~1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

~~1.5.1~~1.4.1 Objetivo general

Determinar si la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* acelera el proceso de compostaje de bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018.

~~1.5.2~~1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer un sistema de compostaje para los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018, aplicando el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*.

- Determinar el tiempo requerido por el proceso de compostaje después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018.

- Determinar las características físicas, químicas y biológicas del compost después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018.

~~1.6~~1.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

~~1.6.1~~1.5.1 Hipótesis general

La aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* **acelera eficientemente** el proceso de compostaje de los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018.

~~1.6.2~~1.5.2hipótesis especificas

- El sistema de compostaje establecido para los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018, aplicando el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* **es eficiente.**

- El tiempo requerido por el proceso de compostaje **disminuye** después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018.

- Las características físicas, químicas y biológicas del compost **son apropiadas** después de la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El compostaje y el reciclado de los residuos sólidos son prácticas muy antiguas en la agricultura, en particular con la aparición de la agricultura intensiva la cual generaba grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos, los cuales fueron usados eficientemente mediante esta práctica.

Bueno B. (2010) afirma:

> (…) son en países asiáticos de gran densidad demográfica donde se encuentran los testimonios más antiguos de prácticas de compostaje sofisticadas y eficientes (…); La tecnología de compostaje a gran escala tiene su origen en India entre 1924 y 1931 con el "Método Indore", desarrollado por Albert Howard para el cultivo de plantas, en la localidad de Indore; India Central, donde son destacados el valor del compost tanto por sus cualidades fertilizantes como por sus propiedades estructuradoras, regeneradoras, protectoras y vivificadoras de las tierras de cultivo (p.170).

En la actualidad existen unos avances increíbles en cuanto al diseño y construcción de biorreactores de compost como alternativa de tratamiento de

residuos sólidos orgánicos aplicados en diferentes sectores, esto genera en la población alternativa de abordar conductas ambientales amigables.

Méndez, G. M., at él. (2014) presento:

> El diseño, construcción y validación experimental de un prototipo de compostador que realiza el compostaje de los residuos sólidos orgánicos de manera automática y su diseño está basado en las necesidades de tratamiento de los residuos generados en los hogares y en los requerimientos propios del proceso de compostaje, Este dispositivo tiene la capacidad de procesar, en forma continua, 3 kg diarios de residuos sólidos orgánicos. Los residuos introducidos al prototipo permanecen en el compostador por un tiempo de 30 días, período en el cual se transforman en composta. El control del prototipo se realiza con un micro controlador, teniendo las siguientes funciones; monitoreo y control de temperatura, aireado frecuente de residuos, mezcla del material y control del desplazamiento del material sobre las bandas para lograr un procesamiento continuo de los residuos; obteniendo una composta de color pardo obscuro, sin malos olores, con temperaturas al final del proceso cercanas a la ambiental; todas estas características propias de una composta biológicamente estable. (p.185).

Marmolejo, L., et al. (2012) afirma:

> De los residuos sólidos municipales (RSM), los bio-residuos son la fracción más alta y de mayor potencial de contaminación; el compostaje permite disminuir el impacto ocasionado por su manejo y contribuye con

> la sostenibilidad de la producción agrícola. Aspectos como el alto grado de contaminación de la materia prima, el uso de tecnologías inadecuadas, mínimas actividades operativas y de control del proceso, baja calidad del producto y la poca comercialización y mercadeo del mismo, han limitado la implementación del compostaje en mayor escala en países en desarrollo como Colombia. (p.69)

Camacho, A., et al.; (2014) realizaron una investigación para evaluar microorganismos con potencial de ser utilizados en el proceso de compostaje:

> Se obtuvieron 17 aislados de 5 compostas; los hongos se caracterizaron mediante morfología microscópica y colonial y las actinobacterias por amplificación del 16S rDNA. A los mismos se les hicieron pruebas de crecimiento a diferentes condiciones de pH y temperatura, además de pruebas cualitativas y cuantitativas de hidrólisis de celulosa y pectina. Con base en los resultados de esas pruebas, se seleccionaron 2 cepas de actino bacterias y 1 hongo filamentoso. Se elaboró un inóculo con esos 3 microorganismos para evaluar su potencial de degradación; se inoculó y se incubó durante 70 días a 45 °C un sustrato compuesto por residuos domésticos y de poda de jardín. Se evaluaron nitrógeno total, materia orgánica, pH, azúcares reductores totales, carbono total y la relación C/N de cada tratamiento antes y después del proceso. (p. 291).

Rojo, R., et al. (2000) concluye en su investigación que el *Saccharomyces cerevisiae* mejoró la digestibilidad total de la fibra detergente ácido (FDA).

> (…) se concluye que la suplementación con compuestos nitrogenados con y sin Saccharomyces cerevisiae no modificó la concentración de nitrógeno amoniacal y pH ruminal. El mayor consumo de suplemento fue en el tratamiento donde se adicionaron las dos fuentes de proteína urea (50%) y harina de carne (50%). La suplementación nitrogenada aumentó el consumo de forraje, materia seca total, digestibilidad ruminal y total de la fibra detergente neutra (FDN), digestibilidad total de la (FDA), total y ruminal de la materia seca y total del pasto. El *Saccharomyces cerevisiae* mejoró la digestibilidad total de la fibra detergente ácido. (p. 366)

El Compostaje juega un papel importante en las estrategias usadas en la actualidad para la gestión integral de los residuos sólidos en nuestro país y se presenta como un medio rentable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en los rellenos sanitarios y botaderos por una descomposición descontrolada.

Es importante tener en cuenta la diferencia entre su aplicación con el objetivo de obtener un compost orgánico para la mejora de suelos, y el objetivo de su uso dirigido al adecuado tratamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en las instituciones educativas, considerando al compost obtenido como un objetivo secundario.

La producción de compost en las instituciones educativas será favorecida por la separación de los residuos sólidos orgánicos gracias a la implementación de un sistema de segregación y capacitaciones de docentes y administrativos de la institución, obteniendo una materia prima de alta calidad.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Residuos sólidos

"Los residuos sólidos son partes que quedan de un todo, de un cuerpo, luego que han sufrido un proceso de transformación natural o artificial que puede modificar o no sus características físico-químicas y estructurales iniciales (…)" (Pravia, M., Sztern, D., 1996).

2.2.2 Residuos sólidos orgánicos

Sztern, D. Pravia, M. (1999) define a los residuos orgánicos como:

> Aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se original naturalmente durante el "ciclo vital", como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos. (p. 9)

Los residuos sólidos orgánicos o también llamados bio-residuos son tipo de residuo dentro de la amplia clasificación de residuos según nuestra norme técnica peruana y hace referencia a los residuos compuestos por elementos biodegradables de origen orgánico, provenientes de parques, residuos alimenticios de hogares y restaurantes e instituciones educativas,

Cabe resaltar que los bio-residuos son una fuente valiosa de nutrientes en la elaboración de compostaje orgánico.

Ahora teniendo en cuenta que las propiedades y las posibles aplicaciones del compost obtenido de bio-residuos dependerán de qué tipo de elementos hayan formado ese compost, puesto que no aportarán lo mismo a la tierra los compost obtenidos de residuos de las cocinas que los obtenidos de las zonas verdes.

2.2.3 Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son aquellos gases que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo y se acumulan en la atmosfera generando el calentamiento global, los principales GEI en la atmosfera son: el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono

Entendiendo que el calentamiento global es el causante del cambio climático, y se origina por la emisión y acumulación de los gases que producen el efecto invernadero en la atmósfera terrestre, es necesario verificar y controlar la evolución de dichas emisiones para contribuir al esfuerzo de su reducción global. Un inventario de GEI es una base de datos que lista, por fuente, la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera en un espacio y periodo determinados (EPA, 2009).

2.2.4 Gases de efecto invernadero y residuos sólidos

La estimación de los gases de efecto invernadero emitido desde las áreas de disposición final de residuos sólidos es uno de los objetivos del Protocolo de Kioto y resulta fundamental evaluar la contribución de los rellenos sanitarios y botaderos a lo largo del tiempo y poder generar alternativas que reducan los GEI.

Tabla 3:
Procesos de descomposición de los bio-residuos.

Procesos	Descomposición Aerobia	Descomposición Anaerobia	Lixiviado
Requisitos	Oxígeno disponible, menos humedad	Falta de oxígeno, más humedad	Gran volumen de agua pluvial, cubierta permeable
Temperatura	50–70° C	35–50° C	-
Reacciones	Oxidación, nitrificación	Reducción, des nitrificación	Disolución, hidrólisis
Consecuencias	Mineralización, esponjamiento	Consolidación, solidificación	Aumento de permeabilidad, acumulación de contaminantes
Productos	CO_2, H_2O, productos de oxidación	Ácidos orgánicos, CH_4, CO_2, CO_2, NH_3, H_2S, lixiviado	Lixiviado

Nota. Fuente: *Kiss y Mendoza (1998)*

2.2.5 Sistema de compostaje

Sztern, D. Pravia, M. (1999) afirma:

> (…) Son sistemas que procesan los residuos orgánicos en instalaciones que pueden ser estáticas o dinámicas, que se conocen como Reactores. Básicamente los reactores, son estructuras por lo

general de formas cilíndricas o rectangulares, donde se mantienen controlados determinados parámetros (humedad, aireación), procurando que los mismos permanezcan en forma relativamente constante. Los reactores móviles, además, posibilitan la mezcla continua de los desechos mediante dispositivos mecánicos, con lo que se logra un proceso homogéneo en toda la masa en compostaje. (p.18)

A lo largo de la historia, se han empleado distintas técnicas de producción de Compost que han generado diversas publicaciones con diversos enfoques, Actualmente, se conoce la base científica de este proceso, la cual se lleva a cabo de una forma controlada.

En tal sentido, el compostaje, se podría definir como un proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso; y que tienen como objetivo la obtención de un fertilizante orgánico de características físico-químicas, biológicas y microbiológicas predeterminadas, conocido como Compost.

Podemos entonces decir que lo importante del proceso de compostaje no es simplemente biodegradar, sino conducir esta biodegradación por rutas metabólicas, que nos ayuden a obtener compost de calidad y en un menor tiempo.

2.2.6 *Saccharomyces cerevisiae*

El microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura y es muy similar con las células animales respecto a su nivel macromolecular como de orgánulos, y se ha demostrado que cierto número de proteínas de las levaduras tienen funciones intercambiables con sus homólogas humanas.

Por tanto, al microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, lo consideramos muy conveniente aplicarlo para acelerar el proceso de degradación de materia orgánica.

Según Valdivieso, M. (2006):

> En el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, las respuestas ante el estrés producido por diferentes agentes (temperatura, falta de nutrientes, etanol, oxidantes, metales pesados, pH, etc.) comparten mecanismos comunes, aunque existen cambios genéticos y bioquímicos específicos dependiendo del agente causante del estrés. S. cerevisiae “detecta” el estrés oxidativo y genera una respuesta a nivel molecular induciendo los sistemas de defensa antioxidantes primarios y secundarios (p.25)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 Saccharomyces cerevisiae

Descrita por Valdivieso, M. (2006) en su tesis doctoral como: “quizás la levadura más importante de la humanidad, ya sea por su utilización desde hace miles de años en la producción de pan y bebidas alcohólicas por fermentación, o por ser uno de los organismos eucarióticos modelos más interesante estudiado a nivel celular y molecular” (p. 26).

2.3.2 Residuos sólidos orgánicos o bio-residuos

Los residuos sólidos orgánicos o también llamados bio-residuos son tipo de residuo dentro de la amplia clasificación de residuos según nuestra norme técnica peruana y hace referencia a los residuos compuestos por elementos biodegradables de origen orgánico, provenientes de parques, residuos alimenticios de hogares y restaurantes e instituciones educativas, Cabe resaltar que los bio-residuos son una fuente valiosa de nutrientes en la elaboración de compostaje orgánico.

~~2.3.4~~2.3.3 Compost

Gallardo k. (2013) describe que: “El compost es un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han sido descompuestos bajo condiciones controladas” (p. 46).

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO

La presente investigación según su finalidad **es aplicada**, según el método de manipulación de datos **es cuantitativa**, según el tiempo es una investigación **transversal** y de diseño **experimental** (Según Hernández 2003).

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es **explicativo,** porque determinaremos las características del compost, el tiempo de obtención como resultado de la descomposición controlada de los bio-residuos y la influencia que tiene el microorganismo ***Saccharomyces cerevisiae***.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4:
Operacionalización de variables.

		Dimensiones	Indicadores	Escala y valores	Índices
VARIABLE INDEPENDIENTE	*Saccharomyces cerevisiae*	Dosis	100 g	g/l	200 g/l
			200 g	g/l	400 g/l
			300 g	g/l	600 g/l
		Dimensiones	**Indicadores**	**Escala y valores**	**valores esperados**
VARIABLE DEPENDIENTE	Proceso de compostaje	Tiempo	Temperatura	0ºC - 100°C	10°C - 80 °C
			Tiempo	días	30 días -200 días
		Calidad	C/N	0 - 100	0 - 30
			M.O.	0% - 100%	15% - 25%
			humedad	0% - 100%	30% - 45%
			pH	0 - 14	5 - 8.5
			Conductividad	0 - 100 dS/m	0- 8 dS/m

Nota. Fuente*:* Elaboración propia-2018

3.3.1 Variable independiente

Saccharomyces cerevisiae, es el factor que ha condicionado en forma determinante en la variable del proceso de madurez del Compost respecto al tiempo.

Indicador: La dosis**,** se aplicará 100 gramos, 200 gramos y 300 gramos del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 500 ml de agua.

3.3.2 Variable dependiente

Proceso de compostaje, es el factor observado y medio producto de los cambios de la variable que es la aplicación del microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*.

Indicadores de la dimensión tiempo, comprende los valores registrados durante el proceso de compostaje y son los siguientes:

- **Temperatura,** La degradación de los residuos sólidos orgánicos generara un proceso exotérmico que caracteriza las etapas de compostaje.

- **Tiempo**, Se considerará los días transcurridos desde la carga de biorreactor hasta la cosecha de compost.

Indicadores de la dimensión calidad, comprende las características del compost el cual será avalado mediante los siguientes parámetros:

- **Carbono/Nitrógeno (C/N):** Es la relación carbono/nitrógeno expresada como el cociente entre carbono orgánico total y el nitrógeno que debe ser menor o igual a 30, si no cumple esta condición el compost se considera inmaduro.

- **Materia orgánica (MO):** el compost debe tener un contenido de materia orgánica mayor a 20%.

- **Humedad:** el compost debe presentar una humedad entre 30% y 45% de la masa del producto en base húmeda.

- **Potencial de hidrogeno (pH):** el pH del compost debe estar comprometido entre 5.0 y 8.5.

- **Conductividad:** Es la conductividad eléctrica en el compost debe ser menor igual a 8 dS/m, medida e una dilución 1:5.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 La población

La población estará conformada por los residuos sólidos orgánicos generados por los alumnos que se matricularon, docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Coronel Francisco Bolognesi Cervantes, como se muestra a continuación en la tabla 5.

Tabla 5:
Población generadora de la institución.

Tipo de población	pobladores
Alumnos nivel primario	224
Alumnos nivel secundario	197
Profesores	31
Personal administrativo	6
Población total	**458**

Nota. Fuente*:* Elaboración propia-2018

3.4.2 Muestra

En el presente trabajo de tesis **no se determinó** una muestra ya que se consideró a la población total es decir **la producción total de bio-residuos generados por los 458 pobladores** de la Institución Educativa Coronel Francisco Bolognesi Cervantes**.**

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño simple de medida repetida, con 3 tratamientos que tuvieron a la variable independiente (dosis de microorganismo) distinta en cada tratamiento y un testigo al cual no se agregó microorganismos, con una réplica adicional por cada tratamiento y testigo como se muestra a continuación:

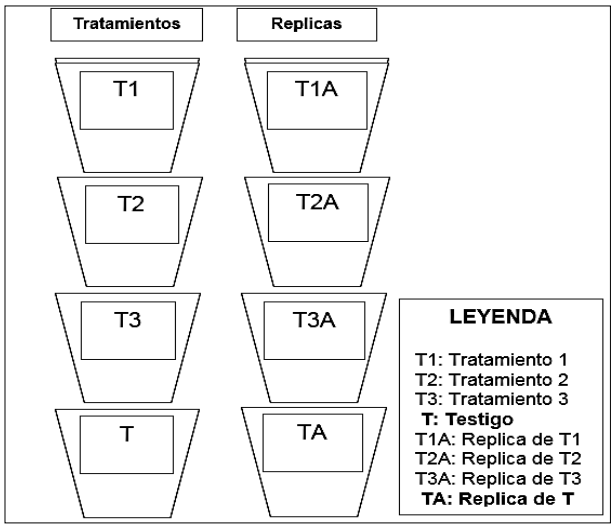


Figura 1: **Grupos de tratamiento.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

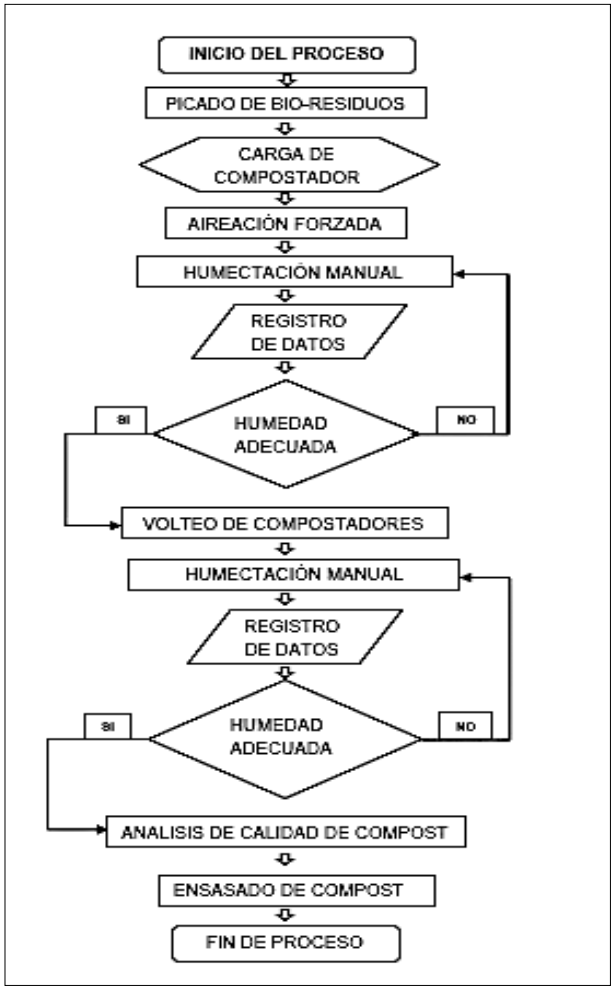


Figura 2: **Diagrama de flujo del proceso.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

3.5.2 Tratamientos

Serán 3 tratamientos producto de la modificación del factor dosis más el testigo al que no se aplicara microorganismos.

3.5.3 Muestreo

Antes del muestreo se procederá cribar las partículas del compost obteniendo un diámetro menor o igual a 16 mm, luego se sacará una muestra de 500 gr. Por cada unidad de tratamiento.

3.5.4 Análisis de calidad

Para determinar la calidad del compost se realizará un monitoreo continuo de variables del proceso y un análisis de las características físicas, químicas y biológicas en un laboratorio acreditado por el instituto nacional de calidad (INACAL) según parámetros que detallamos a continuación y extraída de la Norma Chilena Oficial NCh2880.

- **Carbono/Nitrógeno (C/N):** Es la relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 30, si no cumple esta condición el compost se considera inmaduro.
- **Materia orgánica (MO):** el compost debe tener un contenido de materia orgánica mayor a 20%.
- **Humedad:** el compost debe presentar una humedad entre 30% y 45% de la masa del producto en base húmeda.

- **Potencial de hidrogeno (pH):** el pH del compost debe estar comprometido entre 5.0 y 8.5.
- **Conductividad:** Es la conductividad eléctrica en el compost debe ser menor igual a 8 dS/m, medida e una dilución 1:5.
- **Tamaño de partículas:** El tamaño máximo de partículas que del compost es de 16 mm, determinado por su mayor dimensión.

3.5.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se efectuó el análisis de varianza (ANOVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos; con cálculo de regresión lineal para el factor dosis.

3.6 METODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PLANTEADA

3.6.1.1 Establecer un sistema de compostaje para los bio-residuos

Para el establecimiento de un sistema de compostaje se inició con el levantamiento de información de la institución educativa con el objetivo de mejorar las condiciones para la ejecución del proyecto.

Optimización del sistema de segregación de residuos solidos

En cuanto a la optimización del sistema de segregación se gestionó la donación de 15 cilindros metálicos para acondicionarlos según la norma técnica peruana NTP 900.058 (2005) aprobada por INDECOPI.



Figura 3: **sistema de segregación inicial.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 4: **sistema de segregación implementado.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Parte de la optimización del sistema de segregación de residuos sólidos de la institución se realizó un programa de capacitación que involucro a los directivos, docentes y administrativos de la institución educativa en los siguientes temas:

- Descripción de los objetivos y alcances del proyecto de investigación a ejecutarse.
- Problemática local de la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- Segregación adecuada de residuos sólidos institucionales y las 3R.
- Importancia de la elaboración de compost.
- Educación ambiental en instituciones educativas.



Figura 5: **Capacitaciones realizadas con los docentes.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Diseño del sistema de compostaje

El diseño del sistema de compostaje tuvo el objetivo de evaluar el balance de aireación, frecuencia de humectación en relación a catálisis que iba a generar la aplicación de nuestro microorganismo mediante 3 ensayos antes de la ejecución de la presente investigación.

En los mencionados ensayos se evaluaron las variables descritas a continuación, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de compostaje, llegando a las siguientes conclusiones:

- Capacidad máxima de aireación del sistema: 40 l/min
- Capacidad de carga máxima del sistema: 10 kg
- Capacidad de sistema eléctrico para el proyecto: 10 Amp.
- Distribución de carga: 4 camas distribuidas en el siguiente orden:
  - ✓ Echar la mezcla de 200 gramos de aserrín y 100 gramos de cenizas de carbón uniformemente.
  - ✓ Colocar después 1 000 gramos de bio-residuos sin presionar.
  - ✓ Luego echar los 200 gramos Estiércol.
  - ✓ Adicionar el 25 % de la solución de microorganismo

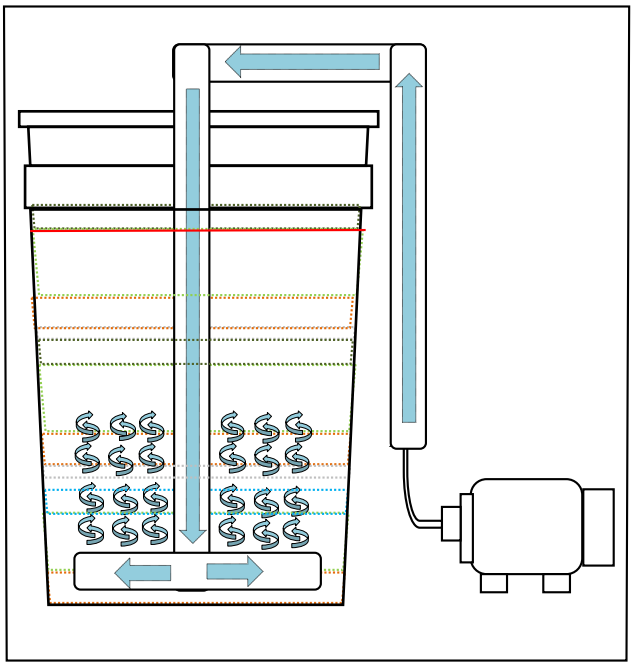


Figura 6: **Diseño de sistema de compostaje.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 7: **Sistema de compostaje.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Puesta en marcha del sistema de compostaje

Para la puesta en marcha de nuestro sistema de compostaje, se evaluó la acumulación diaria de residuos sólidos institucionales teniendo un promedio de 20 kg/día de los cuales 7 kg/día promedio son bio-residuos datos obtenidos gracias al sistema de segregación de residuos sólidos implementado en la Institución Educativa, teniendo que acumular 5 días consecutivos para completar la carga de nuestro sistema de compostaje que demanda como mínimo 3 kg.

Tabla 6:
Segregación de Residuos sólidos acumulados para el compostaje.

TIPO DE RESIDUOS SOLIDOS	LUNES Kg/día	MARTES Kg/día	MIÉRCOLES Kg/día	JUEVES Kg/día	VIERNES Kg/día	PROMEDIO Kg/día
Bio-residuos	7,20	6,80	7,00	7,30	7,00	7,06
Plásticos	1,00	1,10	0,90	1,20	0,90	1,02
Papeles	0,50	0,40	0,60	0,40	0,60	0,50
Residuos generales	12,00	11,00	12,50	12,30	12,20	12,00
Total Residuos Solidos	**20,70**	**19,30**	**21,00**	**21,20**	**20,70**	**20,58**

Nota. Fuente*:* Elaboración propia-2018.



Figura 8: **Bio-residuos preparados para la carga del sistema.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Finalmente se realizó la carga del sistema de compostaje previa preparación de materiales para iniciar el proceso de compostaje con los docentes de la institución educativa, se acumuló en 5 días consecutivos 36 kg. Aproximadamente de residuos sólidos orgánicos.



Figura 9: **Preparando la materia prima con los docentes.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Carga del sistema de compostaje

Para la carga se pesó todos materiales e insumos necesarios en la carga del tratamiento y se distribuyeron de acuerdo el procedimiento de carga de compostaje descrito en el **ANEXO 01** del presente informe.

La carga total expresada en gramos y diferenciada según el tipo de material de cada unidad de tratamiento son los siguientes.

Tabla 7:
Materia prima para la carga del sistema de compostaje

Tipo de material	Peso
Bio-residuos	3000 gramos
Estiércol de conejo	600 gramos
Aserrín	300 gramos
Cenizas de carbón	600 gramos
Población total	**4500 gramos**

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018



Figura 10: **Preparando la materia prima.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 11: **Pesado de cenizas de carbón de pollerías.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 12: **Pesado de estiércol de conejo.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 13: **Pesado del aserrín.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 14: **Sistemas de compostaje cargados.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

3.6.1.2 Determinar el tiempo de obtención del compost

Control del proceso de compostaje

Para un adecuado control del proceso se registró de forma diaria las siguientes variables: temperatura, humedad y aireación, siendo la más importante la temperatura ya que nos muestra el cumplimiento de las distintas fases de descomposición de los residuos sólidos orgánicos para la obtención de compost.

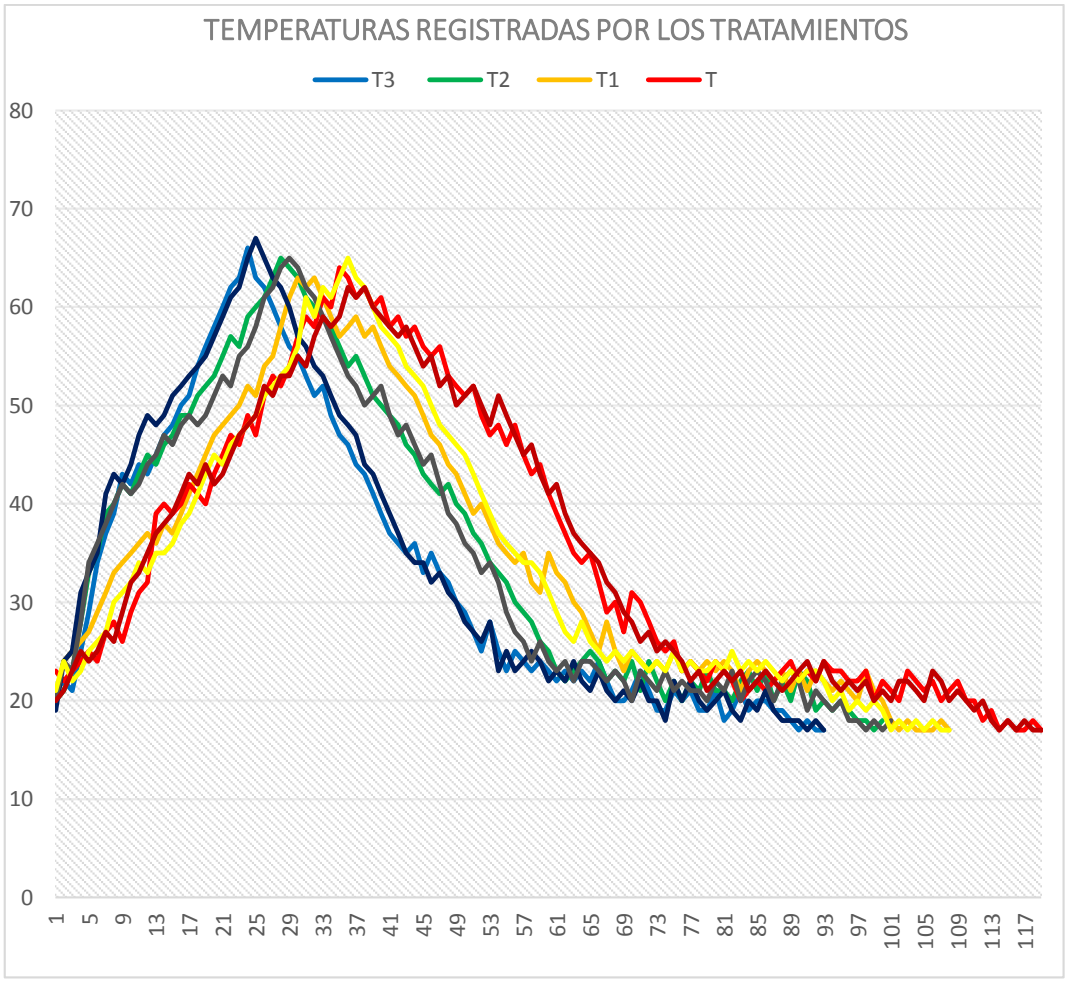


Figura 15: **Temperaturas de sistemas de compostaje.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Para un adecuado control del proceso de compostaje se registró la temperatura en el formato de registro de campo como se expresa en el **Apéndice A** adjunto en los APENDICES, la cual nos generó los gráficos de la **Figura 15**, mostrando el comportamiento de la fase de descomposición de los Residuos sólidos orgánicos, resaltando el comportamiento del tratamiento 3 que tiene una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae* que tuvo el umbral de temperatura más alto y en menor tiempo de obtención de compost en relación a los demás tratamientos y el testigo.

3.6.1.3 Determinar las características físicas, químicas y biológicas del compost.

Para la determinación de calidad del compost producido, se sometió a los tratamientos y al testigo a un análisis de características físicas y químicas en un laboratorio certificado por INACAL, que en este caso fue el laboratorio CERPER S.A. que registro los siguientes datos:

Tabla 8:
Análisis de laboratorio certificado y valores esperados.

MUESTRA	Días de Obtención	Potencial de Hidrogeno	Conductividad Eléctrica (dS/m)	Humedad (g/100g)	Materia orgánica (g/100g)	Relación C/N
Promedio T3-T3A	93,0	7,6	9,2	47,7	20,1	11,7
Promedio T2-T2A	100,5	8,4	9,2	36,4	15,9	15,3
Promedio T1-T1A	108,0	8,5	9,2	35,6	15,1	16,0
Promedio T-TA	118,5	9,4	8,4	31,9	10,5	15,3
VALORES ESPERADOS	**30-200 días**	**pH 5-8,5**	**0-8 (dS/m)**	**30%-45%**	**mayor a 20%**	**0-30**

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018

En la **Tabla 8** podemos observar los promedios de los indicadores de calidad registrados por el laboratorio certificado por INACAL (CEPER S.A.), resaltando el tratamiento 3 que muestra los siguientes indicadores óptimos: El tiempo (93 días), pH (7.6), Humedad (47.7%), Relación C/N (11.7), Conductividad (9.2 dS/m) y materia orgánica (20.1%) e indicadores con observación la Conductividad (9.2 dS/m) y la humedad dentro del límite superior de lo esperado, esto relacionado directamente a la calidad de agua de nuestra provincia.

Tabla 9:
Valores registrados en el análisis de laboratorio.

MUESTRA	Días de Obtención	Nitrógeno total (g/100g)	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)
Tratamiento 3	92	1,00	0,63	1,07
Tratamiento 2	100	0,60	0,38	1,31
Tratamiento 1	107	0,60	0,33	1,26
Testigo	117	0,40	0,18	1,13
R. de Tratamiento 3	94	1,00	0,62	0,99
R. de Tratamiento 2	101	0,60	0,35	1,23
R. de Tratamiento 1	109	0,50	0,31	1,24
R. de Testigo	120	0,40	0,18	1,30
VALORES ESPERADOS	**0-100**	**1-2,5**	**0,4-1,2**	**0,5-1,3**

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018

Valores adicionales registrados por el laboratorio que evidencian buen contenido nutricional de nuestro compost es el contenido de NPK.

Preparación de muestras finales

La preparación de muestras se realizó el 07 de mayo, con un cribado previo con los tamices ASTM, pesado y rotulado, luego fue enviado el 14 se mayo al laboratorio CERPER S.A. certificado por INALCAL, obteniendo los resultados el 11 de junio del 2018.



Figura 16: **Pesado de muestras para laboratorio.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.



Figura 17: **Embalaje de muestras en Cooler.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Con la finalidad de garantizar la salud de los usuarios finales del producto obtenido en el sistema de compostaje, se realizó un análisis de Coliformes termotolerantes de los tratamientos para descartar contaminación microbiología, los resultados son los que se muestran a continuación:

Tabla 10:
Presencia de Coliformes Termotolerantes

Muestra	Código de muestra	Unidad	Resultados
Tratamiento 3	MFO-001	NMP/100 mL	135
Tratamiento 2	MFO-002	NMP/100 mL	140
Tratamiento 1	MFO-003	NMP/100 mL	137
Testigo	MFO-004	NMP/100 mL	140
R. de Tratamiento 3	MFO-005	NMP/100 mL	138
R. de Tratamiento 2	MFO-006	NMP/100 mL	141
R. de Tratamiento 1	MFO-007	NMP/100 mL	139
R. de Testigo	MFO-008	NMP/100 mL	142

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

La tabla 10 anterior refleja valores Coliformes termotolerantes por debajo de los estándares de calidad ambiental del DS-004-2017-MINAM que es de 1 000 NMP/100mL en agua de riego, con lo que podemos inferir que el compost registro concentraciones adecuadas.



Figura 18: **Presentación de proyecto de investigación.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

Como difusión se organizó una presentación para los docentes de la institución educativa, directivos de Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL-ILO) y la Cámara Ambiental Municipal (CAM-ILO).

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Estableciendo el sistema de compostaje para los bio-residuos

Para establecer el sistema de compostaje de bio-residuos, primero se optimizo el de sistema de acumulación de residuos sólidos de la institución, implementando un sistema de segregación en 3 zonas principales con 5 cilindros cada zona, según la NTP 900.058 (2005) aprobada por INDECOPI para garantizar la obtención de la materia prima y el desarrollo de un programa de capacitación a docentes en los siguientes temas:

- Problemática de los residuos sólidos.
- Segregación de residuos sólidos.
- Importancia de la elaboración de compost.
- Educación ambiental en instituciones educativas.

Obteniendo los siguientes resultados:

- Acopio de Bio residuos para compostaje 7 kg/día promedio.
- Acopio de botellas plásticas para reciclaje 1 kg/día promedio.
- Acopio de papel y cartón para venta 0.5 kg/día promedio.

La reutilización y el reciclaje genero la disminución de residuos sólidos institucionales de 20kg/día a 12 kg/día.

Para el diseñó del sistema de compostaje se consideró: el balance de aireación, composición de camas, distribución de camas y análisis de datos técnicos de equipos, todo ello mediante la ejecución de 3 ensayos previos.

En cuanto a la eficiencia del sistema de tratamiento, se puede mencionar que tuvo buenos resultados ya que logro disminuir el tiempo de obtención de compostaje en todos sus tratamientos, incluido el testigo al cual no se le agrego el microorganismo, logrando 118 días en comparación a los 270 días del método que propone el MINAM.

En cuanto a la capacidad de carga solo llego un 45% de su capacidad por la disponibilidad de materia prima para las 8 unidades de tratamiento, siendo el peso de materia prima por 4.50 kilos por unidad y una carga total de 36 kilos.

En cuanto a la producción, podemos mencionar que de un total de 36 kilos de materia prima se obtuvo 16.9 kilos de compost y que después de cribado con tamiz ASTM de 1/4” obtuvo 16 kilos de compost.

Finalmente, en cuanto a costos de producción, podemos precisar que nuestro producto final este tiene un costo comercial de S/. 4.00 nuevos soles por kilo, considerando los 16 kilos producidos nos generaría un ingreso de S/. 64.00 nuevos soles por semana, menos los gastos realizados en el microrganismo que es S/. 12.00 nuevos soles se obtendría una utilidad de S/. 52.00 nuevos soles semanales y S/. 208.00 nuevos soles mensuales.

4.1.2 Tiempo requerido para la obtención de compost.

Para la determinación del tiempo requerido para la obtención de compost se consideró el test físico que involucra el olor , color y temperatura del compost durante su proceso y test químico como el pH y la relación C/N de cuales se registraron los datos de la dimensión tiempo y que relacionadas a la dimensión dosis mediante la Prueba de significación de Tukey al 5%, se observó lo siguiente: **El menor tiempo para la obtención del compost lo consiguió el tratamiento 3 (dosis de 300 g)** con promedio de 93 días según **Tabla 11**; seguido del tratamiento 2 (dosis de 200 g) con un promedio de 100,5 días, en tercer lugar, se ubicó el tratamiento 1 (dosis de 100 gr) con un promedio de 108 días y finalmente el testigo (sin dosis) con promedio de 118,5 días.

Tabla 11:
Subconjuntos homogéneos de la prueba de Tukey al 5%.

Dosis		Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	1	2	3	4
Dosis 300 g	**2**	**93,00**			
Dosis 200 g	2		100,50		
Dosis 100 g	2			108,00	
Sin dosis	2				118,50
Sig.		**1,000**	**1,000**	**1,000**	**1,000**

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

También se realizó el análisis de varianza ANOVA para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, descrito en la **Tabla 12,** donde se ***evidenció que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos (sig. 0,000).***

Tabla 12:
Análisis de Varianza para los Días de obtención de compost.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	711,000	3	237,000	105,333	**,000**
Dentro de grupos	9,000	4	2,250		
Total	720,000	7			

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

Una vez determinado que existe diferencia significativa entre grupos, evaluamos los niveles de diferencias mediante una **comparación múltiple de significación de Tukey al 5 %** entre los tratamientos, considerando las dimensiones dosis y tiempo, podemos inferir que el **tratamiento 3 con una dosis de 300 gr tiene un alto nivel de diferencia con el testigo (Sig.: 0,00**) como se muestra a continuación:

Tabla 13:
Comparaciones múltiples de Tukey al 5% para la variable dosis.

					Intervalo de confianza al 95%	
(I) Dosis	**(J) Dosis**	**Diferencia de medias (I-J)**	**Error estándar**	**Sig.**	**Límite inferior**	**Límite superior**
Sin dosis	Dosis 100 gr	10,500*	1,500	,008	4,39	16,61
	Dosis 200 gr	18,000*	1,500	,001	11,89	24,11
	Dosis 300 gr	**25,500***	**1,500**	**,000**	19,39	31,61
Dosis 100 gr	Sin dosis	-10,500*	1,500	,008	-16,61	-4,39
	Dosis 200 gr	7,500*	1,500	,025	1,39	13,61
	Dosis 300 gr	15,000*	1,500	,002	8,89	21,11
Dosis 200 gr	Sin dosis	-18,000*	1,500	,001	-24,11	-11,89
	Dosis 100 gr	-7,500*	1,500	,025	-13,61	-1,39
	Dosis 300 gr	7,500*	1,500	,025	1,39	13,61
Dosis 300 gr	**Sin dosis**	**-25,500***	**1,500**	**,000**	-31,61	-19,39
	Dosis 100 gr	-15,000*	1,500	,002	-21,11	-8,89
	Dosis 200 gr	-7,500*	1,500	,025	-13,61	-1,39

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2 Características físicas, químicas y biológicas del compost.

En cuanto a la calidad consideramos los siguientes indicadores: relación C/N, materia orgánica, humedad, pH, conductividad eléctrica, Fosforo, Potasio, Nitrógeno y Coliformes Termotolerantes descritos a continuación:

4.2.1 Relación Carbono y nitrógeno

En el **Figura 19** podemos observar la regresión lineal entre dosis y la relación carbono nitrógeno, donde la relación lineal de la recta es inversa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, la relación carbono nitrógeno del compost fue ligeramente menor, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento 1 con una dosis de 100 gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.442 que nos dice que solo un 44.2% de la relación carbono/ nitrógeno esta explicada por la dosis aplicada.

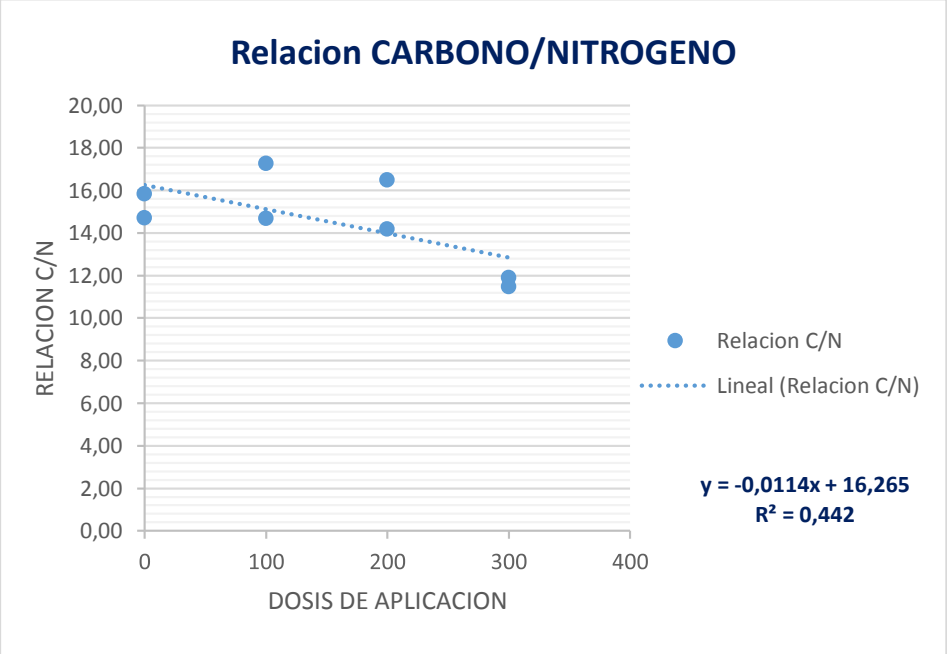


Figura 19: **Regresión lineal de la relación carbono y nitrógeno.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.665 existe un grado de correlación significativa esto sin garantizar una relación significativa como se muestra a continuación, también podemos concluir que el nivel de significación con un valor de 0.072 nos indica que las variables no están relacionadas significativamente, descrito a continuación en la **tabla 14.**

Tabla 14:
Resumen de modelo de regresión lineal para relación C/N.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,665[a]	,442	,349	1,65002	,442	4,753	1	6	,072

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.2 Contenido de Materia orgánica

En el **Figura 20** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el contenido de materia orgánica del compost, en donde la relación lineal de la recta es directa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de materia orgánica del compost fue significativamente mayor, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento 3 que tuvo una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.9094 que nos dice que el 90.94% del contenido de materia orgánica esta explicada por la dosis aplicada.

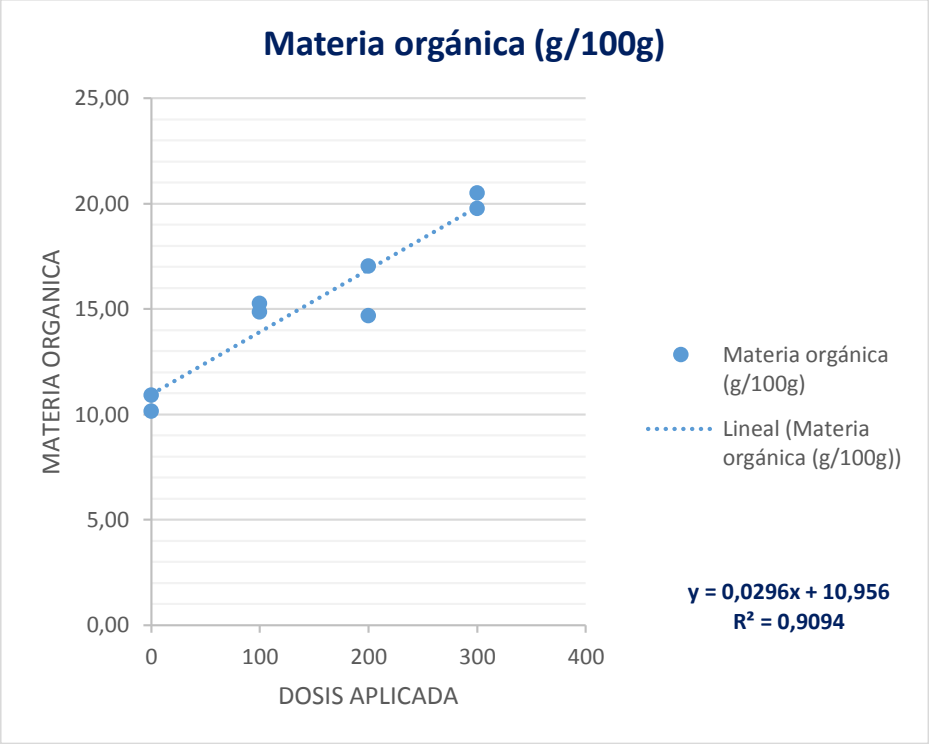


Figura 20: **Regresión lineal de la materia orgánica.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.954 existe un alto grado de correlación entre las variables, también podemos concluir que el nivel de significación con un valor de 0.000 nos indica que las variables están relacionadas significativamente, descrito a continuación en la **tabla 15.**

Tabla 15:
Resumen de modelo de regresión lineal para la materia orgánica.

Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,954[a]	,909	,894	1,20732	,909	60,231	1	6	,000

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.3 Humedad

En la **Figura 21** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el contenido de humedad del compost, donde la relación lineal de la recta es directa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de humedad del compost fue significativamente mayor, esto justificándose que el proceso de descomposición acelerado por la dosis de *Saccharomyces cerevisiae* demando mayor frecuencia de riego en los tratamiento con dosis, obteniéndose mayor contenido de humedad en el tratamiento 3 que tuvo una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae* la cual debió ser estrictamente monitoreada para no promover un ambiente anaerobio y solo mantener la humedad adecuada para el proceso de descomposición de la materia orgánica.

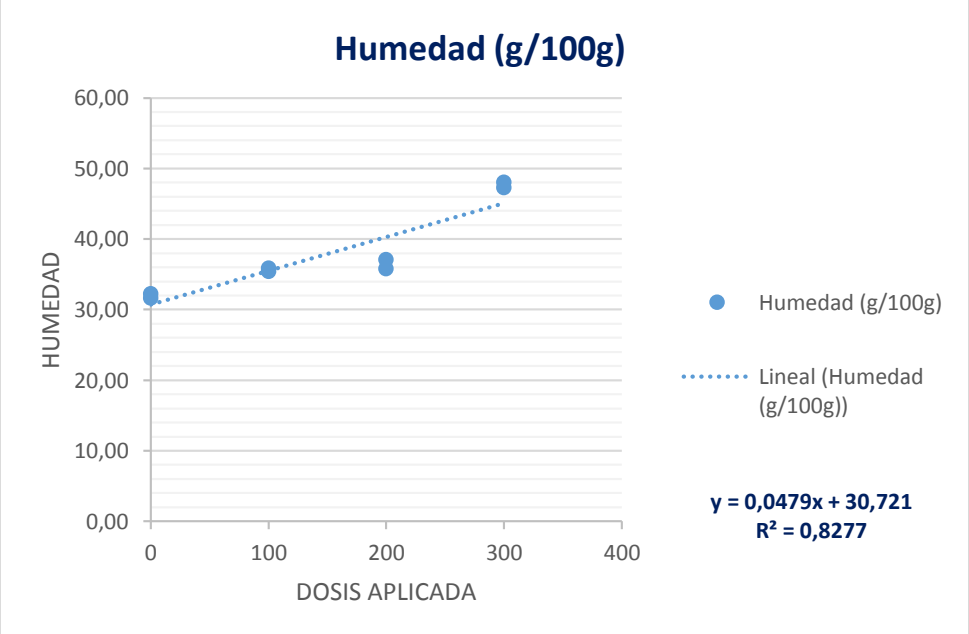


Figura 21: **Regresión lineal de la humedad.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

4.2.4 Potencial de hidrogeno pH

En el **Figura 22** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el potencial de hidrogeno del compost, donde la relación lineal de la recta es inversa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el potencial de hidrógeno del compost fue ligeramente menor, obteniendo un mayor pH en el Testigo que no tuvo dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.9194 que nos dice que 91.94 % de pH registrado en el compost esta explicada por la dosis aplicada.

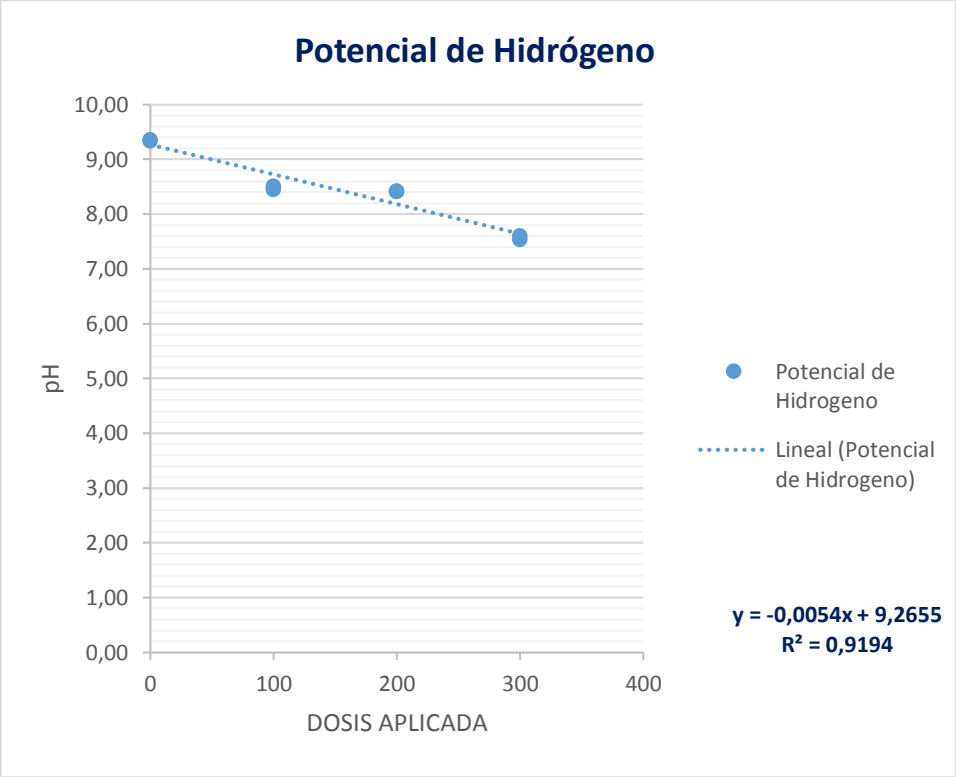


Figura 22: **Regresión lineal del potencial de hidrógeno.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.959 existe un alto grado de correlación entre las variables, también podemos deducir que el nivel de significación con un valor de 0.000 nos indica que las variables están relacionadas significativamente, descrito a continuación en la **tabla 16.**

Tabla 16:
Resumen de modelo de regresión lineal para el pH.

Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,959[a]	,919	,906	,20717	,919	68,447	1	6	,000

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.5 Conductividad

En la **Figura 23** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y la conductividad registrada en el compost, en donde la relación lineal de la recta es directa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, la conductividad del compost fue significativamente mayor, obteniendo los valores más altos en el tratamiento Nro. 03 con una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.6317 que nos dice que solo un 63.17% de los datos registrado de conductividad están explicados por la dosis aplicada.

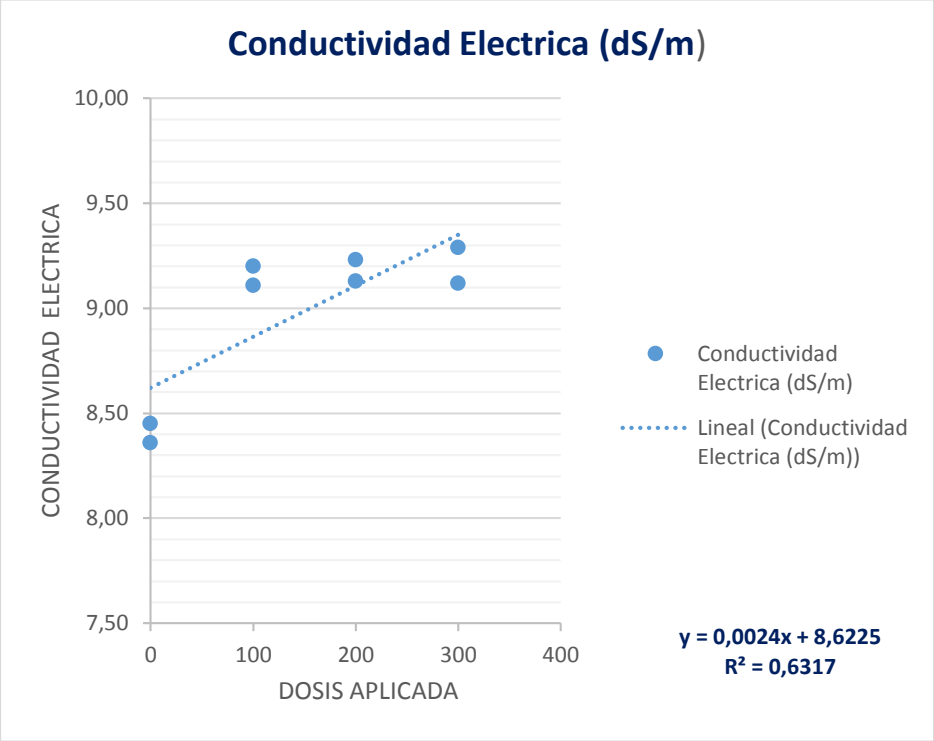


Figura 23: **Regresión lineal de la conductividad.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.795 existe un alto grado de correlación entre las variables, también podemos deducir que el nivel de significación con un valor de 0.018 nos indica que las variables están relacionadas significativamente, descrito a continuación en la **tabla 17.**

Tabla 17:
Resumen de modelo de regresión lineal para la conductividad.

				Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
Modelo	R	R^2	R^2 ajustado		Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,795[a]	,632	,570	,23907	,632	10,289	1	6	,018

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.6 Contenido de fosforo

En la **Figura 24** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el contenido de fosforo del compost, en donde la relación lineal de la recta es directa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de fosforo del compost fue significativamente mayor, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento 3 que tuvo una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.9158 que nos dice que el 91.58% del contenido de fosforo esta explicada por la dosis aplicada.

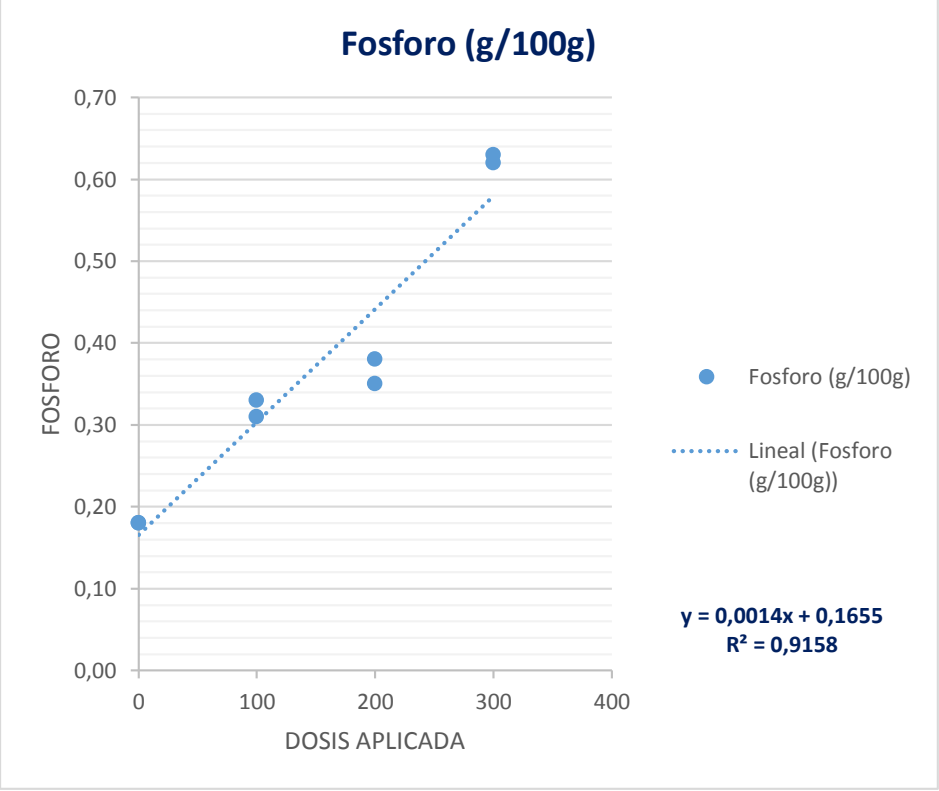


Figura 24: **Regresión lineal del fosforo.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.957 existe un alto grado de correlación entre las variables, también podemos deducir que el nivel de significación con un valor de 0.000 nos indica que las variables están relacionadas significativamente, descrito a continuación en la **Tabla 18.**

Tabla 18:
Resumen de modelo de regresión lineal para la variable fosforo.

Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,957[a]	,916	,902	,05402	,916	65,256	1	6	,000

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.7 Contenido de potasio

En la **Figura 25** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el contenido de potasio del compost, donde la relación lineal de la recta es inversa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de potasio del compost fue ligeramente menor, obteniéndose los mejores indicadores en el tratamiento 2 y en el testigo, con un coeficiente de determinación de 0.3062 que nos dice que solo el 30.62% del contenido de potasio esta explicada por la dosis aplicada, por lo cual esta relación no está influenciada por la dosis del microorganismos *Saccharomyces cerevisiae*.

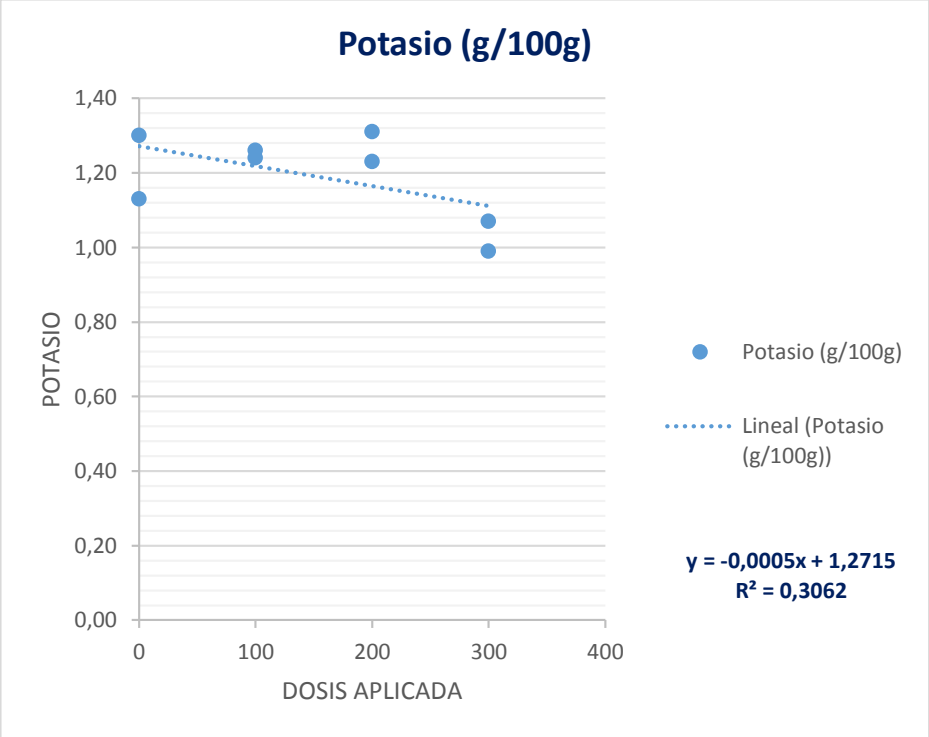


Figura 25: **Regresión lineal del potasio.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.553 existe correlación significativa entre las variables sin garantizar que obtengamos una relación significativa como se muestra a continuación, también podemos concluir que el nivel de significación con un valor de 0.155 nos indica que las variables no están relacionadas significativamente por tanto ***no tienen relación significativa***, descrito a continuación en la **Tabla19.**

Tabla 19:
Resumen de modelo de regresión lineal para la variable potasio.

				Error	Estadísticos de cambio				
Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,553[a]	,306	,191	,10398	,306	2,648	1	6	,155

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.8 Contenido de nitrógeno

En la **Figura 26** podemos observar la regresión lineal entre dosis de aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* y el contenido de nitrógeno del compost, donde la relación lineal de la recta es directa, evidenciando que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de nitrógeno del compost fue significativamente mayor, obteniéndose los mejores indicadores en el tratamiento 3 que tuvo una dosis de 300 gramos de *Saccharomyces cerevisiae*, con un coeficiente de determinación de 0.8583 que nos dice que solo el 85.82% del contenido de nitrógeno esta explicada por la dosis aplicada.

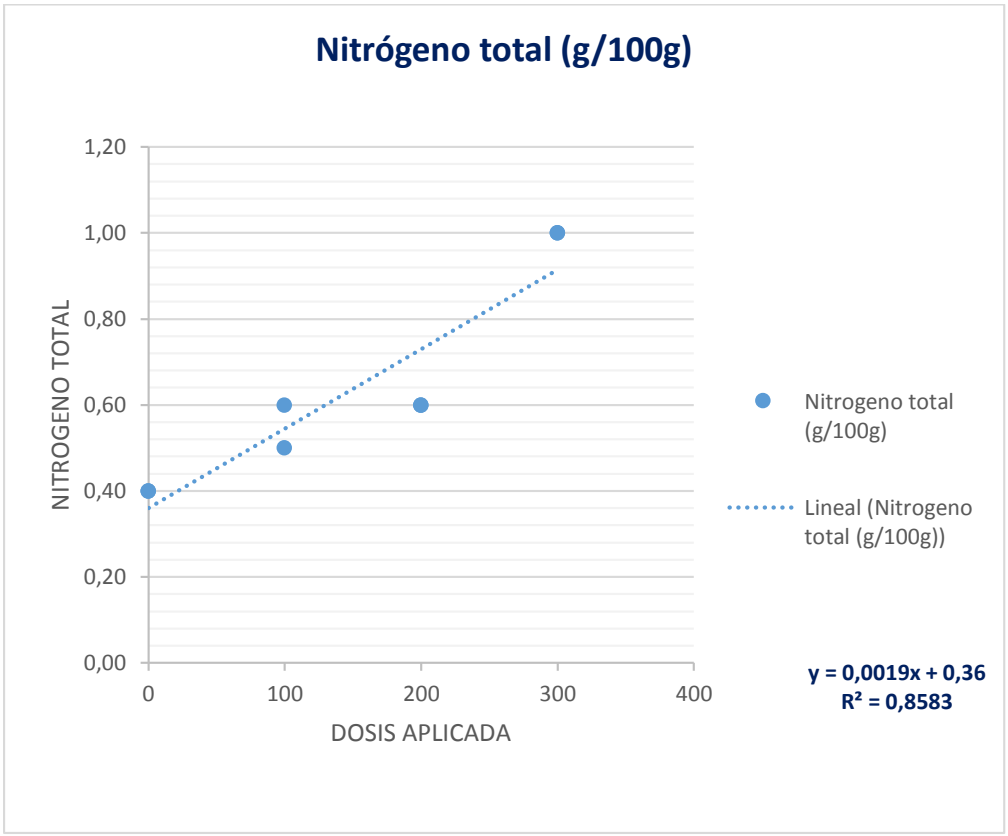


Figura 26: **Regresión lineal del nitrógeno.**
Fuente: Elaboración Propia-2018.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson se puede inferir que teniendo un valor R de 0.926 existe correlación con alto grado de significación entre las variables, también podemos concluir que el nivel de significación con un valor de 0.001 nos indica que las variables están relacionadas significativamente, descrito en la **Tabla 20.**

Tabla 20:
Resumen de modelo de regresión lineal para la variable potasio.

Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,926[a]	,858	,835	,09704	,858	36,345	1	6	,001

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.2.9 Contenido de Coliformes termotolerantes

Los valores registrados de contenido de Coliformes termotolerantes en las unidades de tratamiento están por debajo de los estándares de calidad ambiental del DS-004-2017-MINAM que es de 1000 NMP/100mL en agua de riego como se muestra en la tabla 21, con lo que podemos inferir que el compost registro concentraciones adecuadas y seguras para su manipulación.

Tabla 21:
Promedio de presencia de Coliformes Termotolerantes

Muestra	Unidad	Resultados
T3 -T3A	NMP/100 mL	136.5
T2-T2A	NMP/100 mL	140.5
T1-T1A	NMP/100 mL	138
T-TA	NMP/100 mL	141

Nota. Fuente: Elaboración Propia 2018.

4.3 Comprobación de hipótesis

Los resultados obtenidos de la aplicación de microorganismos en tres dosis distintas, para acelerar la descomposición de bio-residuos en compost, permiten ***ACEPTAR LA HIPÓTESIS GENERAL propuesta en la investigación, por, cuanto la aplicación de Saccharomyces cerevisiae acelera el proceso de compostaje de bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018.***

Evidenciando que el sistema de compostaje establecido para los bio-residuos de la institución educativa, aplicando el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* **es eficiente** ya que también redujo la producción de residuos sólidos institucionales de 20 kg/día a 12 kg/día, **disminuyo** el tiempo requerido por el proceso de compostaje después de la aplicación del microorganismo en los bio-residuos hasta 93 días y registro características físicas, químicas y biológicas adecuadas del compost.

CONCLUSIONES

Luego de ejecutar la metodología propuesta y evaluar los resultados podemos concluir de manera general que la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* **acelera eficientemente** el proceso de compostaje de los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes como contribución a la reducción de GEI en el 2018, Según los datos registrados después de su implementación, también podemos registrar las siguientes conclusiones específicas:

- Se concluye que el **sistema de compostaje** establecido para el tratamiento de los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes **es eficiente**, ya que redujo la producción de residuos sólidos institucionales de 20 kg/día promedio hasta 12 kg/día promedio y redujo el tiempo de obtención de compost de todos los tratamientos, generando un medio eficiente para el tratamiento de bio-residuos y transformarlos en un fertilizante orgánico.

- Se concluye también que **el tiempo requerido por el proceso de compostaje disminuyo** después de la aplicación del Saccharomyces cerevisiae en los bio-residuos de la I. E. Coronel Francisco Bolognesi Cervantes en el 2018, ya que existieron diferencias significativas en la dimensión tiempo entre el testigo y los tratamientos propuestos, en especial el tratamiento 3 con 300 gramos del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, ya que obtuvo el tiempo de obtención del compost que fueron 93 días en comparación al testigo que obtuvo 118 días y a los 270 días del método 1 propuesto por el Ministerio del Ambiente (ANEXO Nro. 15).

- Finalmente **concluimos que las características físicas, químicas y biológicas del compost son apropiadas** en casi todos sus indicadores, resaltando principalmente al tratamiento 3 con 300 gramos de microorganismos, que registro los siguientes indicadores: menor tiempo de obtención 93 días, mejor contenido de nitrógeno (1%), fósforo (0.63 %), potasio (1.07%), mejor contenido materia orgánica (20,1%), potencial de hidrógeno más neutro (7.6), relación C/N (11.7), conductividad eléctrica (9.2 dS/m) y una humedad de (47.7 %).

  Realizando una comparación con el testigo que no tuvo dosis del microrganismo *Saccharomyces cerevisiae,* este registró mayor tiempo a la obtención del compost 118 días, menor contenido de fósforo (0.18%), menor contenido de nitrógeno (0.4%), menor contenido de materia orgánica (10.91%), motivo por el cual se justifica la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso de compostaje, dejando evidencia de la reducción del tiempo en este proceso.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para acelerar el tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en compost y garantizar una adecuada calidad del contenido nutricional del mismo, se recomienda utilizar una dosis de 300 gramos del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 500 ml de agua, siendo el tratamiento con esta dosis el que registró mejores indicadores, en la mayoría de variables analizadas, al reducir el tiempo a la obtención del compost y reportar mayores contenidos de nitrógeno, fósforo y mejor contenido de materia orgánica, según el informe de laboratorio Certificaciones del Perú (CERPER), certificado por INALCAL

- ✓ Las autoridades del gobierno regional, municipalidad de Ilo y la unidad de gestión educativa Ilo, deberían considerar la técnica propuesta en el presente proyecto de investigación para minimizar la generación de residuos sólidos institucionales, que a la fecha son evacuados al botadero municipal de nuestra ciudad que solo generan contaminación por mala clasificación y disposición final inadecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bueno, M.; (2010). *"Cómo hacer un buen Compost: manual para horticultores ecológicos"*, (5ta Edición), Navarra: Fertilidad de la Tierra Ediciones.

Camacho, A.; Ramírez, H.; Valenzuela, R.; Valdés, M.; Martínez, L.; (2014). Potencial de algunos microorganismos en el compostaje de residuos sólidos. *Terra Latinoamericana*, *32(4)*, 291-300.

Falcó, Carlos (2015) *Desarrollo de un biorreactor para la autogestión domiciliaria de residuos sólidos urbanos orgánicos* (Tesis de Doctorado). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Higa, Teruo (1995) Microorganismos benéficos y eficientes para una agricultura y medio ambiente más sostenibles. *Centro internacional de investigación de agricultura natural de Maryland*, parr.12.

Morales, K. (2004). *Efecto de la incorporación de compost y cubiertas vivas anuales, sobre el crecimiento vegetativo del cerezo (Prunus Avium L.), bajo el enfoque de producción orgánica, en la comuna de Lumaco, IX Región de la Araucanía*. (Tesis de grado). Universidad católica de Temuco. Chile.

Méndez, G. M.; Longoria, R.; González, J. L.; Torres, J.; Oliver, M. A.; (2014). Diseño, construcción y prueba de un prototipo automático para compostaje. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, marzo, 70, p.185-196.

Marmolejo, L.; Oviedo, R.; Torres, P.; (2012). Perspectivas de aplicación del compostaje de bio-residuos provenientes de residuos sólidos municipales*. Un enfoque desde lo global a lo local*. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 11(20),* p. 69.

PERU. Ministerio del Ambiente, Ministerio de Educación, (2014): Manual para Elaboración de Proyectos Ambientales. Lima.

PERU. Ministerio de Educación, (2009): Guía de Eco eficiencia Educacional. Lima

Rojo, R. at el.; (2000). *Consumo y digestibilidad de pastos tropicales en toretes con suplementación nitrogenada y Saccharomyces cerevisiae* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Guerrero México, montecillo, p. 366-p.367

Sztern, D. Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud (OPS), p.9-p.21.

Solórzano, G. (2003). Aportación de gases de efecto invernadero por el manejo de residuos sólidos en México: el caso del metano. *Revista gaceta ecológica, 2003(66),* 7-15.

Valdivieso, M. (2006). O*btención y caracterización de cepas de Saccharomyces cerevisiae súper productoras de glutación.* (Tesis de doctorado). universidad de granada, granada, p.26-p.29

ANEXOS

ANEXO 01: Procedimiento de carga de sistema de compostaje.

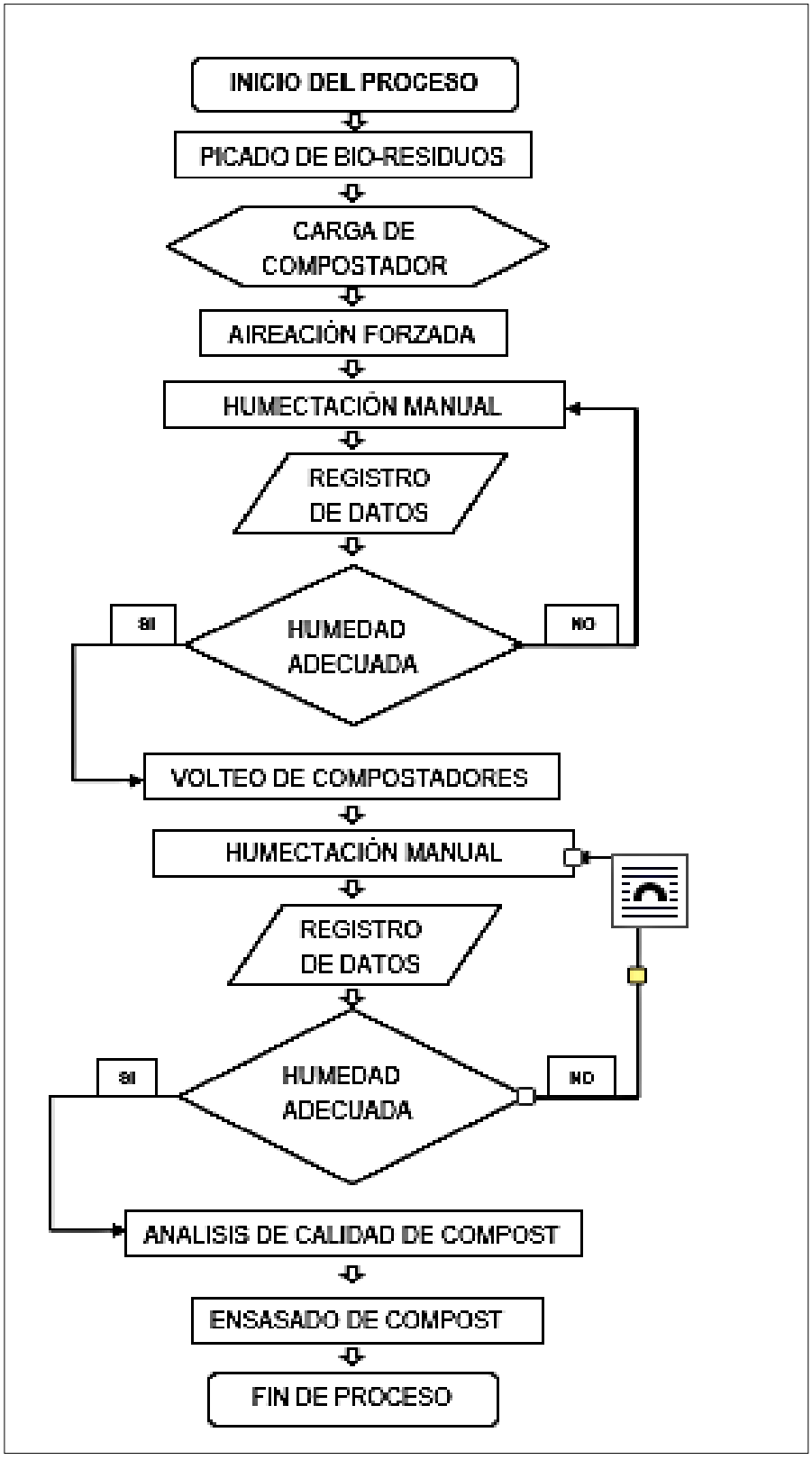
PROCEDIMIENTO DE CARGA DE SISTEMA DE COMPOSTAJE

1. Picar y mezclar todos los residuos vegetales y frutas para facilitar su descomposición.
2. Destrozar hasta que esté en polvo el estiércol.
3. Instalar el sistema de ventilación del sistema y colocar ***3cm de altura*** grava hasta cubrir el distribuidor.
4. Poner **200 g**. De aserrín y **100 g.** de cenizas de leña uniformemente.
5. Colocar después ***1000 g*** .de bio-residuos sin presionar esta capa para que pueda circular el aire.
6. Luego echar el **200 g.** De estiércol formando una capa que cubra en forma pareja los bio-residuos.
7. Adicionar el 25 % de la solución **(T=0 g., T1=100 g., T2=200 g., T3=300 g. de microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 1 litro de agua).**
8. mezclar **200 g**. De aserrín con **100 g.** de cenizas de leña uniformemente.
9. Colocar después ***1000 g.*** .de bio-residuos sin presionar esta capa para que pueda circular el aire.
10. Luego echar el **200 g.** De estiércol formando una capa que cubra en forma pareja los bio-residuos.
11. Adicionar el 25 % de la solución **(T=0 g., T1=100 g., T2=200 g., T3=300 g. de microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 1 litro de agua).**
12. Poner **200 g**. De aserrín y **100 g.** de cenizas de leña uniformemente.

13. Colocar después ***1000 g***. de bio-residuos sin presionar esta capa para que pueda circular el aire.
14. Luego echar el **200 g.** De estiércol formando una capa que cubra en forma pareja los Bio-residuos.
15. Adicionar el 50 % de la solución **(T=0 g., T1=100 g., T2=200 g., T3=300 g. de microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 1 litro de agua).**
16. Finalmente poner **100 gr**. De aserrín uniformemente para proteger nuestro reactor y **humedecerlo con agua si es necesario**.
17. Medir la temperatura 2 veces al día con el termómetro 7:00 am, 3:00 pm.
18. Realizar el primer volteo a los ***30 días*** muestrear para análisis en laboratorio y volver a instalar sistema de ventilación.
19. **Muestreo inicial** para determinación de condiciones básicas.
20. Realizar el volteo final a los ***60 días*** y muestreo para análisis en laboratorio.
21. **Muestreo final** para evaluación de calidad.
22. **Encender** y **apagar** bombas neumáticas según la demanda de aire de nuestro proceso a partir de los 7 días de iniciado el proceso.

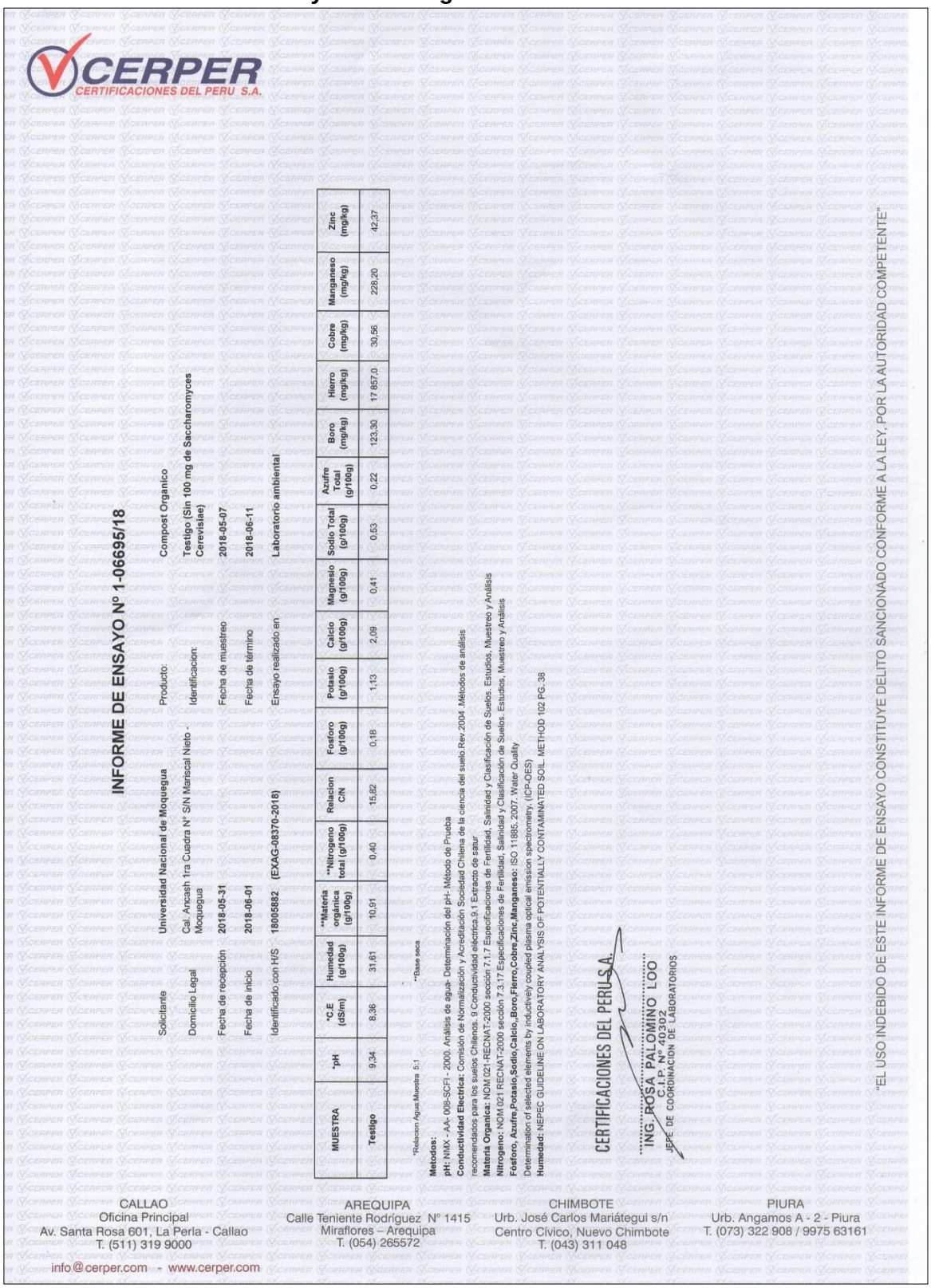
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: Diagrama de flujo del proceso.



Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO 03: Informe de ensayo del Testigo.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO Nº 1-06695/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Testigo (Sin 100 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2016)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia orgánica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Testigo	9,34	8,36	31,61	10,91	0,40	15,82	0,18	1,13	2,09	0,41	0,53	0,22	123,30	17 857,0	30,56	228,20	42,37

*Relacion Agua:Muestra 5:1
**Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev.2004 .Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica 9.1 Extracto de satur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fósforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885, 2007. Water Quality Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry, (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

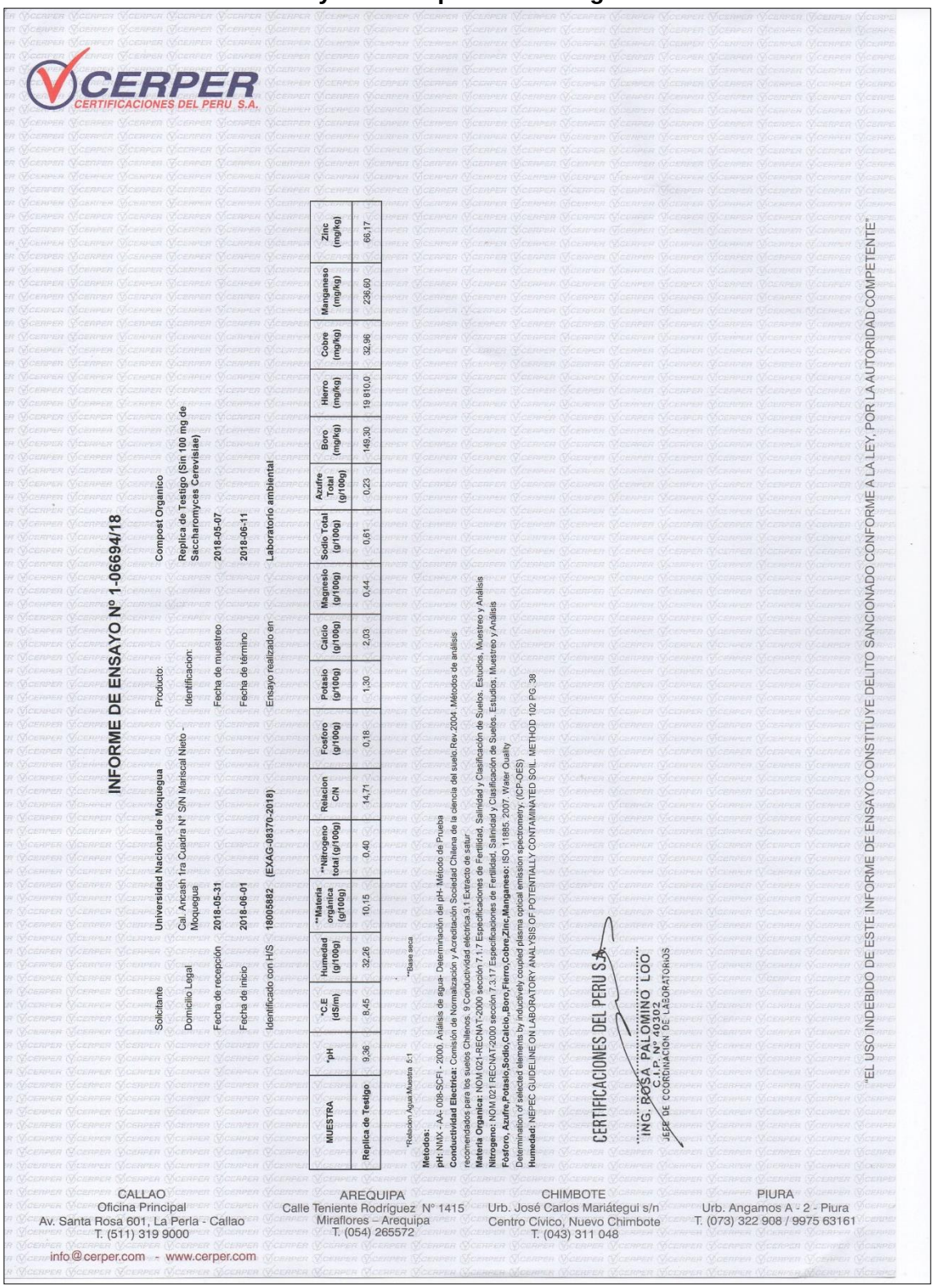
AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 04: Informe de ensayo de la réplica del testigo.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-06694/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Replica de Testigo (Sin 100 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia orgánica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Replica de Testigo	9,36	8,45	32,26	10,15	0,40	14,71	0,18	1,30	2,03	0,44	0,61	0,23	149,30	19 810,0	32,96	236,60	66,17

*Relacion Agua:Muestra 5:1
**Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev.2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica,9.1 Extracto de satur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fosforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio, ,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885, 2007. Water Quality Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry, (ICP-OES)
Humedad: NEFEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

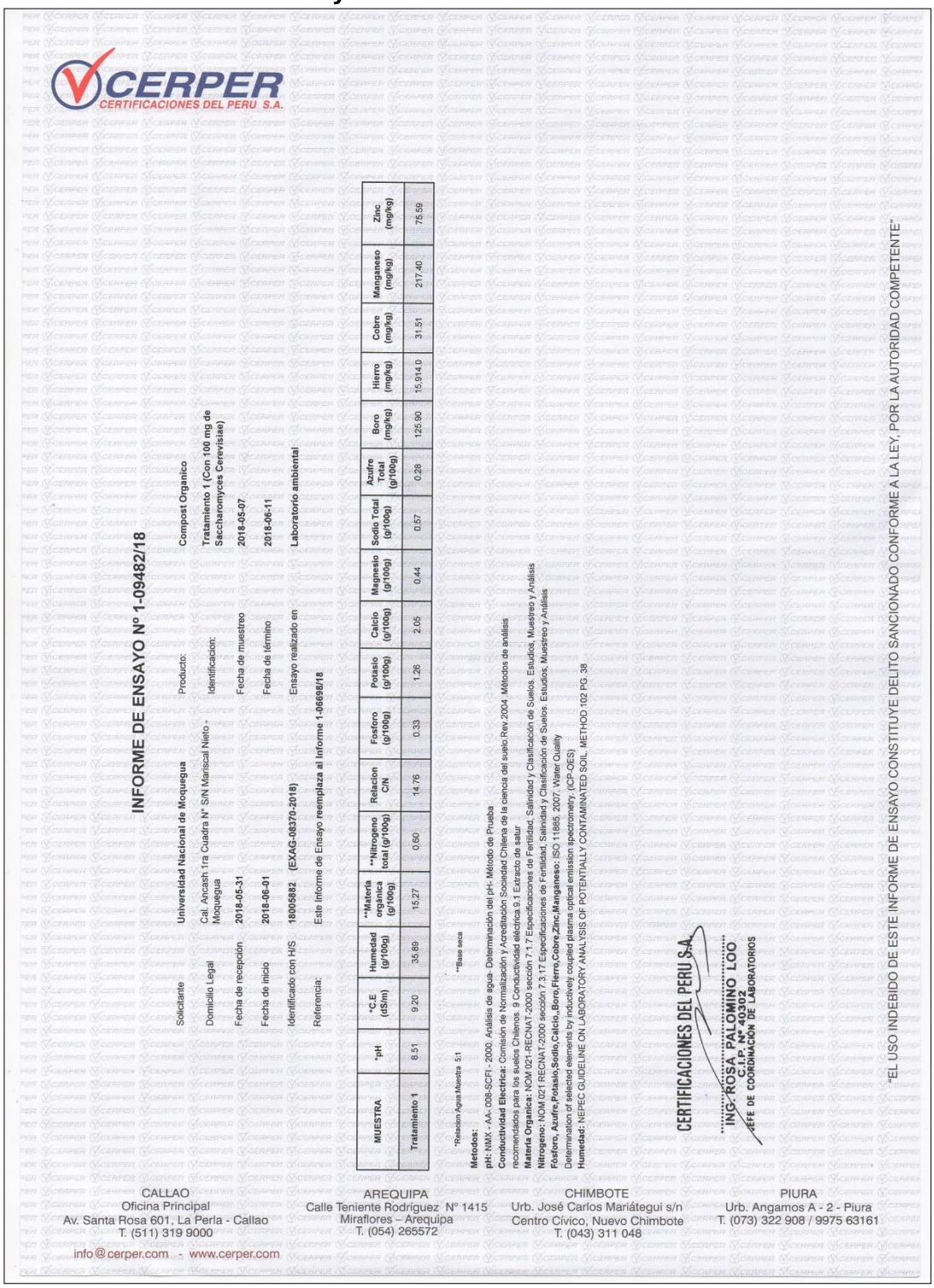
AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 05: Informe de ensayo del tratamiento 1.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-09482/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Orgánico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificación: Tratamiento 1 (Con 100 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental
Referencia: Este informe de Ensayo reemplaza al informe 1-06898/18

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia organica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Tratamiento 1	8.51	9.20	36.89	15.27	0.60	14.76	0.33	1.26	2.05	0.44	0.57	0.28	125.90	15,914.0	31.51	217.40	75.59

*Relación Agua Muestra 5:1
**Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000, Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo Rev. 2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica 9.1 Extracto de satur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fósforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885: 2007 / Water Quality
Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry, (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

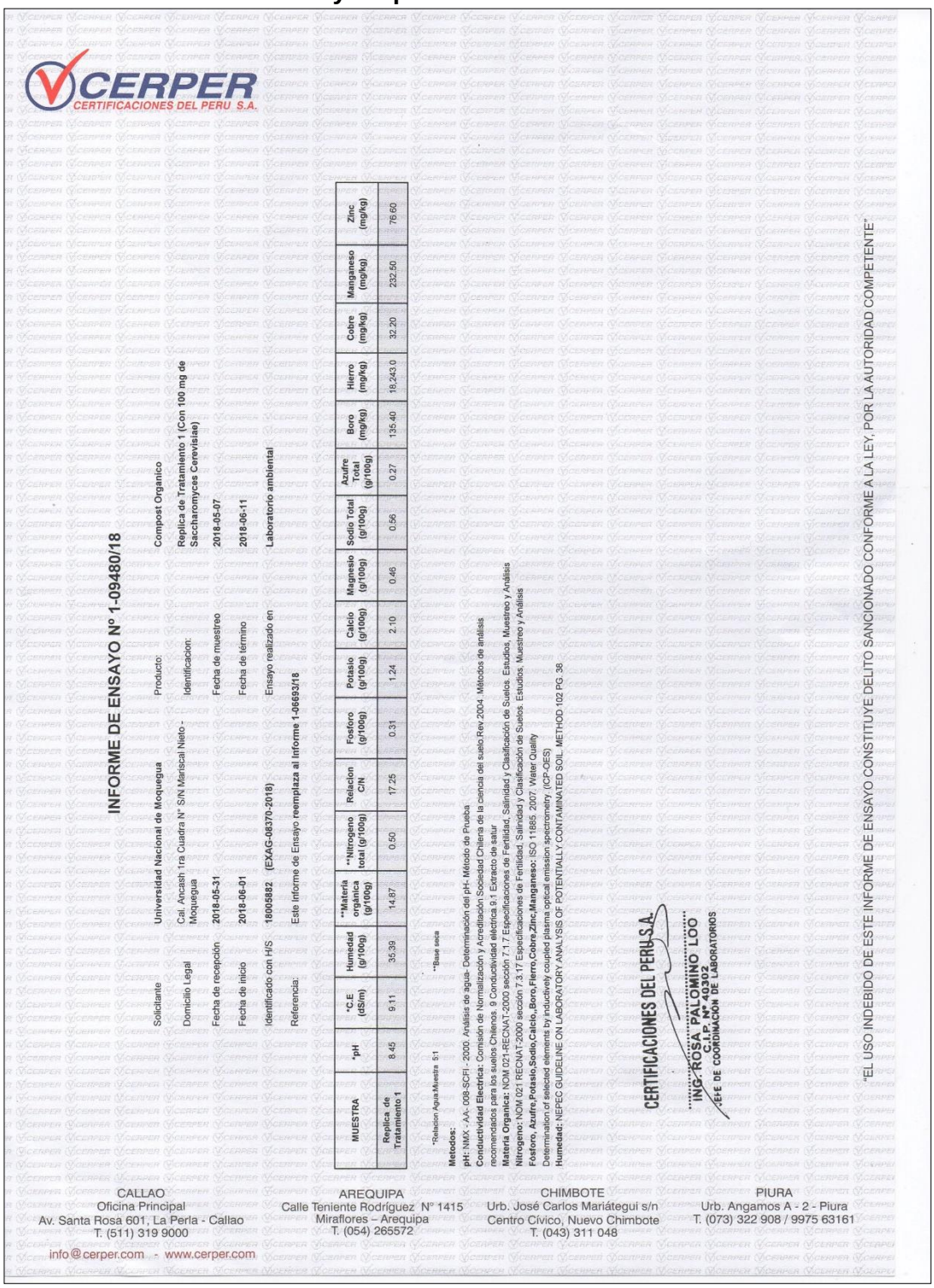
AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 06: Informe de ensayo réplica del tratamiento 1.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-09480/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Replica de Tratamiento 1 (Con 100 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental
Referencia: Este informe de Ensayo reemplaza al informe 1-06693/18

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia orgánica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fósforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Replica de Tratamiento 1	8.45	9.11	35.39	14.87	0.50	17.25	0.31	1.24	2.10	0.46	0.56	0.27	135.40	18,243.0	32.20	232.50	76.60

*Relacion Agua:Muestra 5:1 **Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 009-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev 2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica 9.1 Extracto de saturación
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fósforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885: 2007. Water Quality
Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 36

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

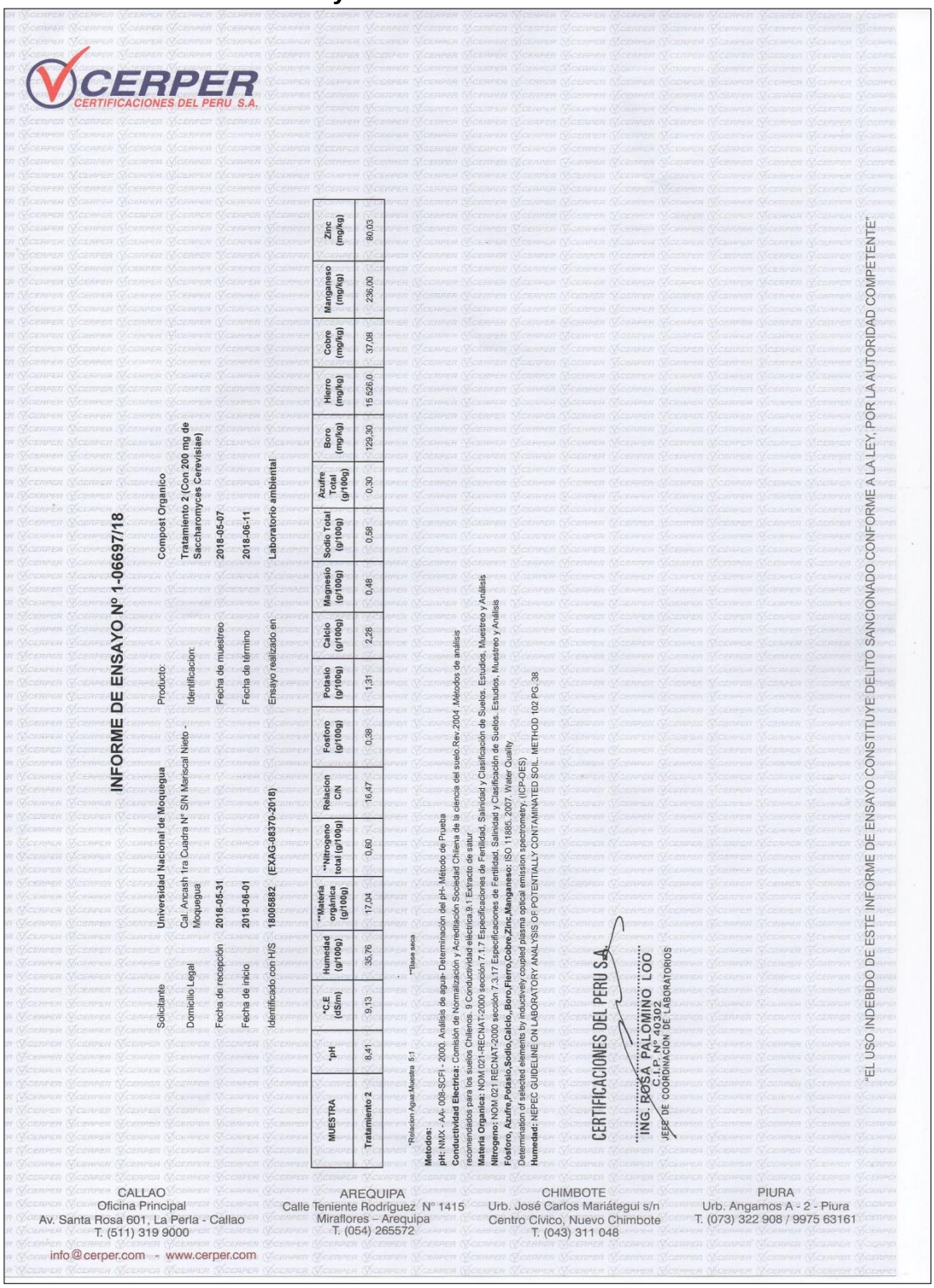
AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 07: Informe de ensayo del tratamiento 2.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO Nº 1-06697/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Tratamiento 2 (Con 200 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18006882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia orgánica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Tratamiento 2	8,41	9,13	35,76	17,04	0,60	16,47	0,38	1,31	2,28	0,48	0,58	0,30	129,30	15 526,0	37,08	236,00	80,03

*Relacion Agua:Muestra 5:1 **Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev.2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica.9.1 Extracto de saltur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad. Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios. Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad. Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios. Muestreo y Análisis
Fósforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885. 2007. Water Quality
Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

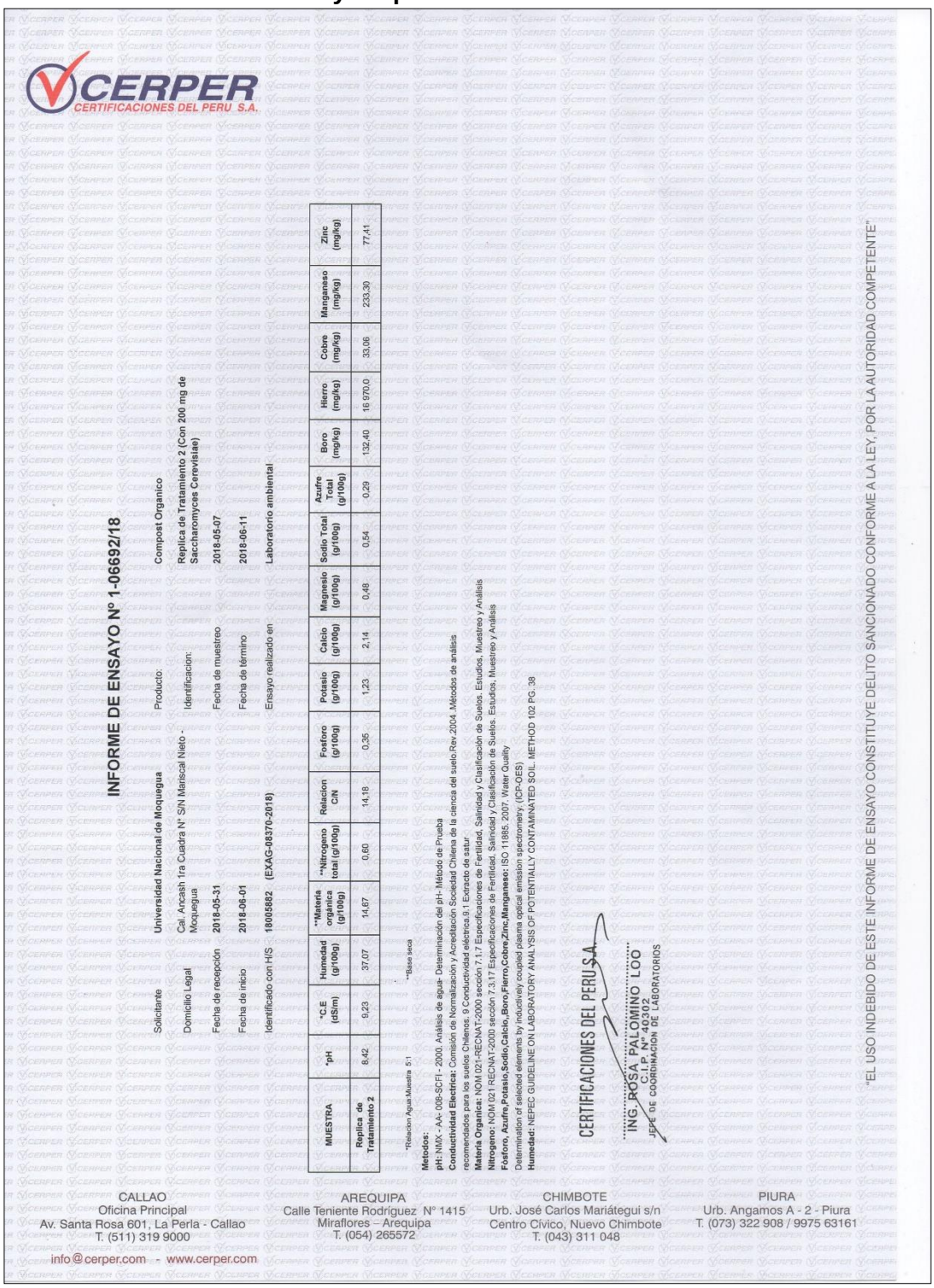
AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 08: Informe de ensayo réplica del tratamiento 2.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO Nº 1-06692/18

Solicitante	Universidad Nacional de Moquegua	Producto:	Compost Organico
Domicilio Legal	Cal. Ancash 1ra Cuadra Nº S/N Mariscal Nieto - Moquegua	Identificacion:	Replica de Tratamiento 2 (Con 200 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción	2018-05-31	Fecha de muestreo	2018-05-07
Fecha de inicio	2018-06-01	Fecha de término	2018-06-11
Identificado con H/S	18005682 (EXAG-08370-2018)	Ensayo realizado en	Laboratorio ambiental

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia organica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Replica de Tratamiento 2	8,42	9,23	37,07	14,67	0,60	14,18	0,35	1,23	2,14	0,48	0,54	0,29	132,40	16 970,0	33,06	233,30	77,41

*Relacion Agua:Muestra 5:1 **Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000, Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo,Rev.2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica,9.1 Extracto de satur.
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fosforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885. 2007. Water Quality Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG.38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. Nº 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

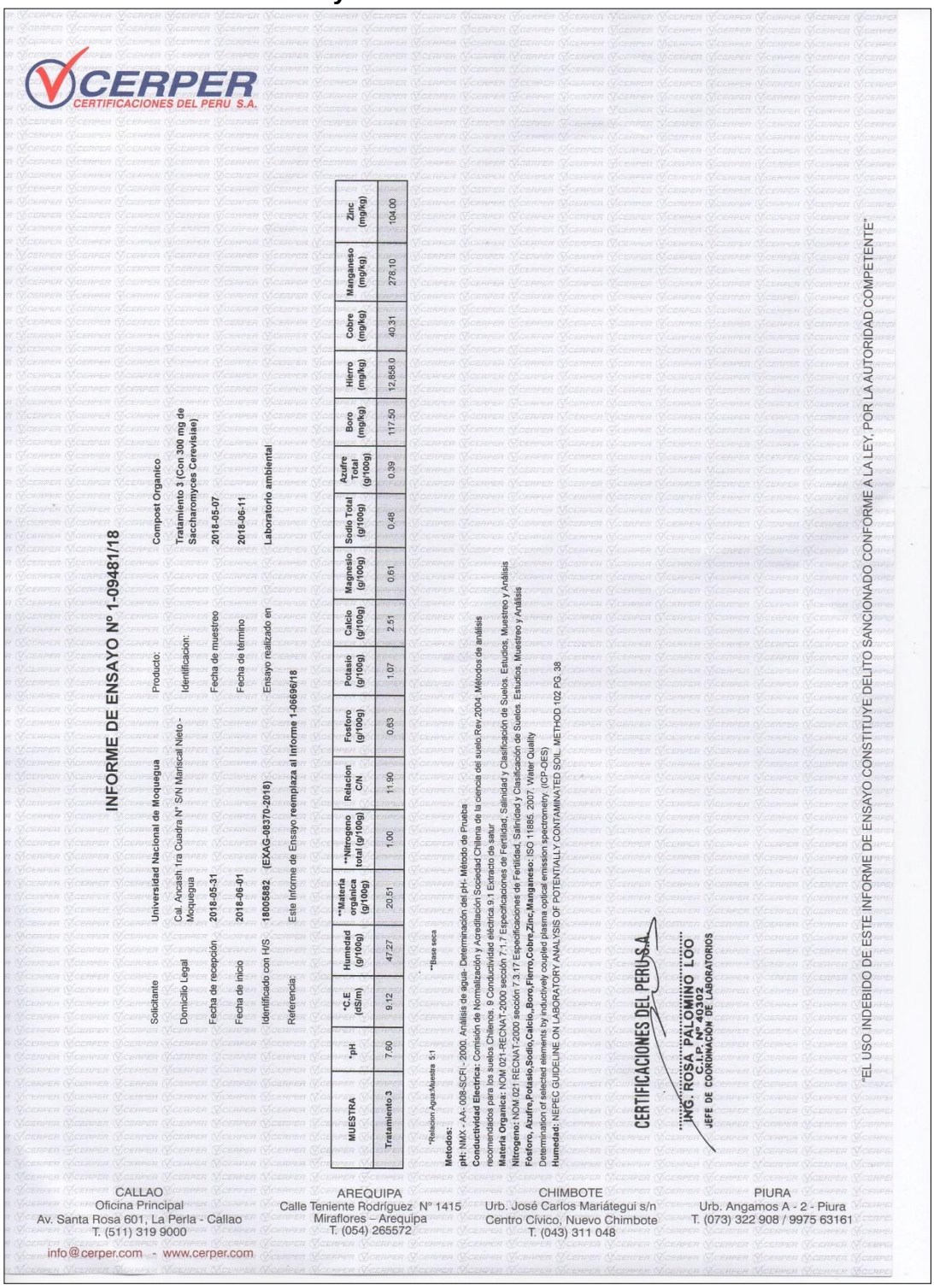
AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 09: Informe de ensayo tratamiento 3.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO Nº 1-09481/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Tratamiento 3 (Con 300 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental
Referencia: Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 1-06696/18

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia orgánica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Tratamiento 3	7.60	9.12	47.27	20.51	1.00	11.90	0.63	1.07	2.51	0.61	0.48	0.39	117.50	12,858.0	40.31	278.10	104.00

*Relacion Agua:Muestra 5:1 **Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductvidad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev.2004. Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos. 9 Conductividad eléctrica 9.1 Extracto de satur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7-1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fósforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,,Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885: 2007. Water Quality Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)
Humedad: NEPEG GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 86032
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

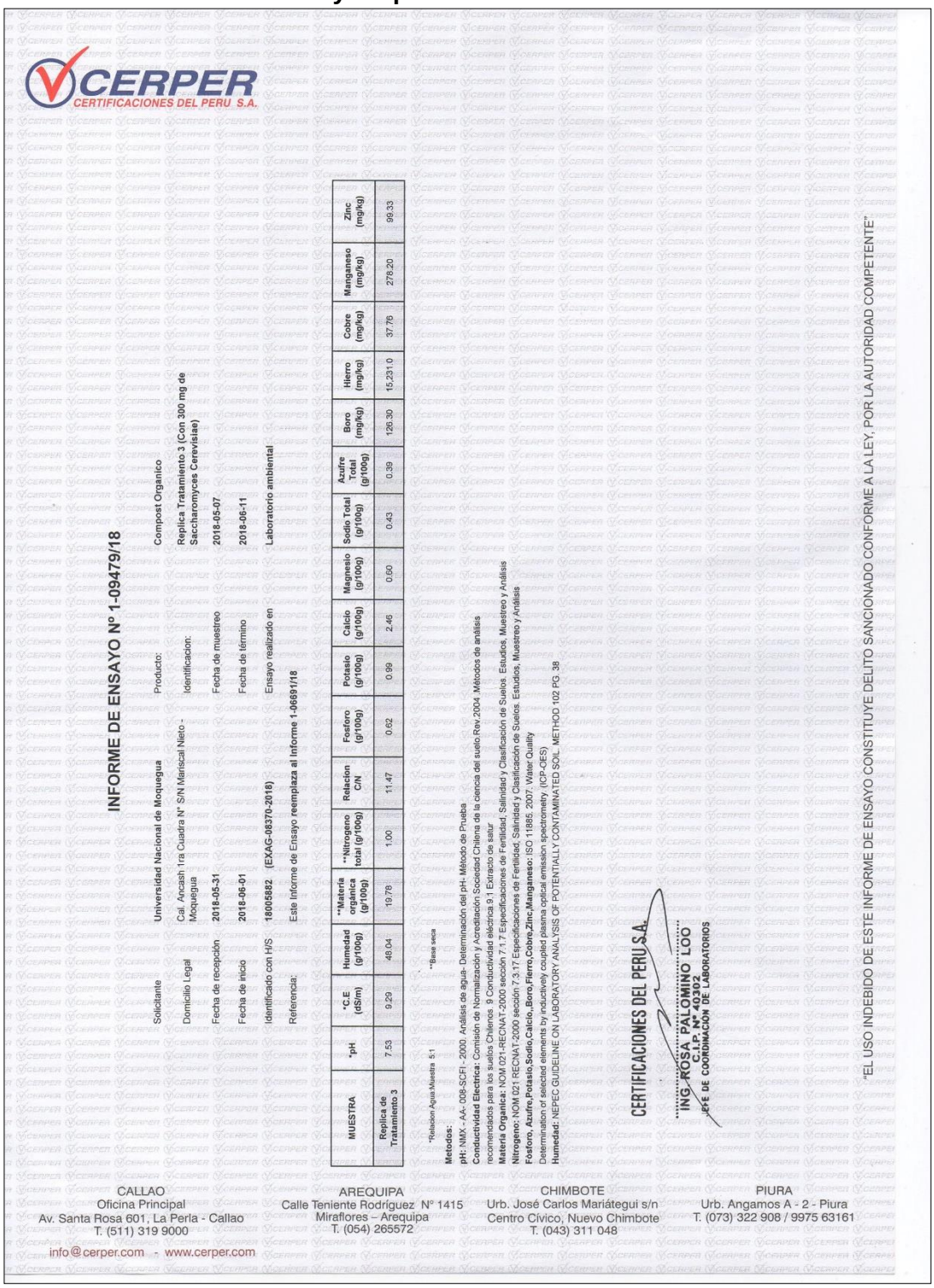
AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 10: Informe de ensayo réplica del tratamiento 3.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-09479/18

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua
Producto: Compost Organico
Domicilio Legal: Cal. Ancash 1ra Cuadra N° S/N Mariscal Nieto - Moquegua
Identificacion: Replica Tratamiento 3 (Con 300 mg de Saccharomyces Cerevisiae)
Fecha de recepción: 2018-05-31
Fecha de muestreo: 2018-05-07
Fecha de inicio: 2018-06-01
Fecha de término: 2018-06-11
Identificado con H/S: 18005882 (EXAG-08370-2018)
Ensayo realizado en: Laboratorio ambiental
Referencia: Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 1-06891/18

MUESTRA	*pH	*C.E (dS/m)	Humedad (g/100g)	**Materia organica (g/100g)	**Nitrogeno total (g/100g)	Relacion C/N	Fosforo (g/100g)	Potasio (g/100g)	Calcio (g/100g)	Magnesio (g/100g)	Sodio Total (g/100g)	Azufre Total (g/100g)	Boro (mg/kg)	Hierro (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
Replica de Tratamiento 3	7.53	9.29	48.04	19.78	1.00	11.47	0.62	0.99	2.46	0.60	0.43	0.39	126.30	15,231.0	37.76	278.20	99.33

*Relacion Agua:Muestra 5:1 **Base seca

Metodos:
pH: NMX - AA- 008-SCFI - 2000. Análisis de agua- Determinación del pH- Método de Prueba
Conductividad Electrica: Comisión de Normalización y Acreditación Sociedad Chilena de la ciencia del suelo.Rev.2004 .Métodos de análisis recomendados para los suelos Chilenos 9 Conductividad eléctrica 9.1 Extracto de satur
Materia Organica: NOM 021-RECNAT-2000 sección 7.1.7 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Nitrogeno: NOM 021 RECNAT-2000 sección 7.3.17 Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis
Fosforo, Azufre,Potasio,Sodio,Calcio,.Boro,Fierro,Cobre,Zinc,Manganeso: ISO 11885. 2007. Water Quality Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)
Humedad: NEPEC GUIDELINE ON LABORATORY ANALYSIS OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL. METHOD 102 PG. 38

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Fuente: *Certificaciones del Perú S.A.-2018.*

ANEXO 11: Plano de ubicación del lugar de ejecución de la tesis.



Fuente: *Elaboración propia-2018*

ANEXO 12: Definición de términos básicos

GLOSARIO DE TERMINOS

ABONO. Sustancia que contiene cantidades apreciables de uno o más de los elementos químicos indispensable para a vida vegetal.

AEROBIO. Que necesita aire para vivir.

BACTERIAS. Microorganismos unicelulares.

BIODEGRABIILIDAD. Es la capacidad de un compuesto por proceso metabólico.

CARBONO/NITRÓGENO (C/N): Es la relación carbono/nitrógeno expresada como el cociente entre carbono orgánico total y el nitrógeno que debe ser menor o igual a 30.

CONDUCTIVIDAD: Es la conductividad eléctrica en el compost debe ser menor igual a 8 dS/m, medida e una dilución 1:5.

COMPOST. Resultado de la fermentación de la materia orgánica.

DESCOMPOSICIÓN. Proceso por el que una sustancia compleja se transforma en otras más simples.

ESTABILIDAD. Grado en que el compost puede ser almacenado sin causar molestias.

FNA. Fibra detergente ácida

FND. Fibra detergente neutra

GEI. Gases de efecto invernadero

HONGOS. División del reino vegetal constituida por individuos sin clorofila y de vida saprofita parasitaria o simbiótica.

HUMEDAD: el compost debe presentar una humedad entre 30% y 45% de la masa del producto en base húmeda.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH): el pH del compost debe estar comprometido entre 5.0 y 8.5.

RSM. Residuos sólidos municipales.

TERMOFILO. Organismo que viven en condiciones de altas temperaturas.

MATERIA ORGÁNICA (MO): el compost debe tener un contenido de materia orgánica mayor a 20%.

Gg: Giga gramos

Fuente: *Elaboración propia-2018*

ANEXO 13: Registro de capacitación de docentes de la institución.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

CAPACITACION: APLICACIÓN DE Saccharomyces cerevisiae PARA ACELERAR EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE BIO-RESIDUOS DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA COMO CONTRIBUCIÓN A LA REDUCCIÓN DE GEI EN EL 2018.

FECHAS: 15 al 19 de marzo del 2018 **HORARIO:** 10:30PM -12:00PM

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCION	FIRMA
1	Celinda Gómez Galindo	IE. FBC'	
2	Vivi Valencia Apaza	I.E. F. B.C	
3	Miriam Mindy Acosta	I E F.C.	
4	Marco Aurelio Huisa Loza.	I.E. G.F.BC.	
5	JACINTO ROMAN ROMAN	I.E-F B.C.	
6	Yaham Herrera Rodriguez Herrera	I.E.F.B.C.	
7	Yolanda Escajadillo Vargas	I.E. F.B.C	
8	Marlene Gilga Elias	I.E. FBC	
9	Percy Tamayo Mamani	F. B. C.	
10	Leonardo Mamani Quispe	I.E.F.B.C.	
11	Teresa Cayetana Yufra	I.E. F BC	
12	Claudia Arrospide Carbajal	I E. F. B.C.	
13	Janet Elizabeth Flores Laura	F.B.C	
14	Nicolasa Flores Machaca	F.B.C.	
15	Blanca D. Barroa Toala.	F.B.C.	
16	Lupe Mosaja Bejarana	F.B.C.	
17	Giovana Vilma Chipana Machaca	F.B.C.	
18	Jeanette Guevara Vargas	F B.C.	
19	Dunia Luz Arzata Cárdenas	F.B.C	
20	Elba Canales Castilla	F.B.C.	
21	Leo Acostupa Ctura	F.B.C	

Fuente: *Elaboración propia-2018*

ANEXO 14: Balance presupuestal final de la tesis.

COD.	ÍTEM	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (Soles)	Valor Total (Soles)	Subtotal (Soles)
1	**EQUIPOS Y BIENES**					8.450,00
1,1	**Equipos**					
1.1.1	Bomba de aire electromagnética	Piezas	4	700,00	2.800,00	7.000,00
1.1.2	Multiparametrico	Piezas	1	2.500,00	2.500,00	
1.1.3	Termómetro de compostaje	Piezas	8	150,00	1.200,00	
1.1.4	Tamices de granulometría	kit	2	250,00	500,00	
1,2	**Bienes**					
1.2.1	Toldo plegable	piezas	2	300,00	600,00	1.450,00
1.2.2	Mesa de trabajo	piezas	3	50,00	150,00	
1.2.3	Roller y banner publicitario	unidad	1	500,00	500,00	
1.2.4	Cooler mediano 10 litros	piezas	2	100,00	200,00	
2	**GASTOS OPERATIVOS**					6.235,00
2,1	**Insumos (Materiales fungibles)**					
2.1.1	Papel bond blanco tamaño A4 de 75 g	1/2 millar	4	15,00	60,00	2.045,00
2.1.2	Tinta negra para impresora	Unidad	1	40,00	40,00	
2.1.3	Tinta magenta para impresora	Unidad	1	40,00	40,00	
2.1.4	Tinta cian para impresora	Unidad	1	40,00	40,00	
2.1.5	Tinta amarillo para impresora	Unidad	1	40,00	40,00	
2.1.6	Guantes de látex	caja	3	30,00	90,00	
2.1.7	Levadura de pan.(*Saccharomyces cerevisiae)*	Kilos	2	15,00	30,00	
2.1.8	Baldes de 20 litros	Unidad	20	30,00	600,00	
2.1.9	Tubo de PVC de 1"	Unidad	2	15,00	30,00	
2.1.10	Accesorios de tubo de PVC de 1"	Unidad	2	15,00	30,00	
2.1.11	Papel aluminio	Caja	1	20,00	20,00	
2.1.12	Bolsa plástica ziploc doble cierre	Caja	8	20,00	160,00	
2.1.13	Agua destilada	Litro	4	10,00	40,00	
2.1.14	Pizeta	Unidad	1	50,00	50,00	
2.1.15	manguera de 1/4	Metro	20	15,00	300,00	
2.1.16	Vaso de precipitado de 100ml	Unidad	10	15,00	150,00	
2.1.17	guantes de cuero	Unidad	6	10,00	60,00	
2.1.18	mascarilla	Caja	2	20,00	40,00	
2.1.19	casco de seguridad	Unidad	3	35,00	105,00	
2.1.20	lentes de seguridad	Unidad	6	20,00	120,00	
2,2	**Servicio de terceros**					
2.2.1	Análisis físico biológico	Unidad	8	50,00	400,00	4.190,00
2.2.2	Análisis físico químico de compost	Unidad	8	330,00	2.640,00	
2.2.3	servicio capacitación estadístico	Unidad	3	250,00	750,00	
2.2.4	servicio especializado	Unidad	1	400,00	400,00	
TOTAL						14.685,00

Fuente: *Elaboración propia-2018*

ANEXO 15: Procedimiento de compostaje del MINAM.

ANEXO N° 08

PROCEDIMIENTOS PARA HACER COMPOST

Método 1

	Seleccionar y acopiar residuos orgánicos producidos
Juntar los residuos en un área al aire libre, cubrirlos con una capa delgada de tierra y rocíe agua para humedecer todo.	
	Revolver la mezcla una vez a la semana y luego humedecerla
Al cabo del primer mes se observará que los residuos han adquirido forma y textura de tierra, y que su temperatura ha aumentado. Esto es señal que el proceso de descomposición se ha iniciado y el compost está en proceso de formación, gracias a la acción de microorganismos como hongos y bacterias y al manejo del ser humano que le provee de agua y remoción (oxígeno).	
Luego de 9 meses y siempre rociando con agua cada 7 días, se obtendrá el compost, el cual se puede usar como abono natural para el jardín o biohuerto.	
	Recomendaciones: Cortar los residuos orgánicos duros (cáscaras de frutas y otros) antes de empezar, si quieren acelerar el proceso
Medir la temperatura del montículo cada semana. Cuando se note que ya no se calienta significa que el compost ya se estabilizó y está listo para ser usado.	

Fuente: *Guía de ecoeficiencia para instituciones - MINAM*

APENDICES

Apéndice A: Datos del indicador temperatura y días.

DIAS	TEMPERATURA								HUMEDAD
	T3	T2	T1	T	T3A	T2A	T1A	TA	OBSERVACIONES
1	21	20	20	23	19	20	21	20	SIN NOVEDAD
2	22	21	24	22	24	24	24	21	SIN NOVEDAD
3	21	23	25	23	25	23	22	23	SIN NOVEDAD
4	25	28	26	24	31	28	23	25	SIN NOVEDAD
5	29	33	27	25	33	34	25	24	SIN NOVEDAD
6	34	35	29	24	35	36	26	25	SIN NOVEDAD
7	37	39	31	27	41	38	27	27	SIN NOVEDAD
8	39	40	33	28	43	40	30	26	SIN NOVEDAD
9	43	42	34	26	42	42	31	29	SIN NOVEDAD
10	42	41	35	29	44	41	32	32	SIN NOVEDAD
11	44	43	36	31	47	42	34	33	100ML DE AGUA A TODOS
12	43	45	37	32	49	44	33	35	SIN NOVEDAD
13	45	44	36	39	48	45	35	37	SIN NOVEDAD
14	47	46	38	40	49	47	35	38	SIN NOVEDAD
15	48	47	37	39	51	46	36	39	SIN NOVEDAD
16	50	49	39	40	52	48	38	41	SIN NOVEDAD
17	51	49	41	42	53	49	39	43	SIN NOVEDAD
18	54	51	43	41	54	48	41	42	SIN NOVEDAD
19	56	52	45	40	55	49	43	44	SIN NOVEDAD
20	58	53	47	43	57	51	45	42	SIN NOVEDAD
21	60	55	48	45	59	53	44	43	SIN NOVEDAD
22	62	57	49	47	61	52	46	45	SIN NOVEDAD
23	63	56	50	46	62	55	47	47	SIN NOVEDAD
24	66	59	52	49	65	56	48	48	SIN NOVEDAD
25	63	60	51	47	67	58	49	49	SIN NOVEDAD
26	62	61	54	51	65	61	51	52	SIN NOVEDAD
27	60	63	55	53	63	62	52	51	SIN NOVEDAD
28	58	65	58	52	62	64	53	53	SIN NOVEDAD
29	56	64	61	54	60	65	54	53	SIN NOVEDAD
30	55	63	63	57	57	64	56	55	SIN NOVEDAD
31	53	61	62	59	56	62	61	54	SIN NOVEDAD
32	51	60	63	58	54	61	59	57	100ML DE AGUA A TODOS
33	52	59	61	61	53	59	62	59	SIN NOVEDAD

DIAS	TEMPERATURA								HUMEDAD
	T3	T2	T1	T	T3A	T2A	T1A	TA	OBSERVACIONES
34	49	58	59	60	51	57	61	58	SIN NOVEDAD
35	47	56	57	64	49	55	63	59	SIN NOVEDAD
36	46	54	58	63	48	53	65	62	SIN NOVEDAD
37	44	55	59	61	47	52	63	61	SIN NOVEDAD
38	43	53	57	62	44	50	62	62	SIN NOVEDAD
39	41	51	58	60	43	51	60	60	SIN NOVEDAD
40	39	50	56	61	41	52	58	59	SIN NOVEDAD
41	37	49	54	58	39	49	57	58	VOLTEO PROGRAMADO
42	36	48	53	59	37	47	56	57	SIN NOVEDAD
43	35	46	52	57	35	48	54	58	SIN NOVEDAD
44	36	45	51	58	34	46	53	56	SIN NOVEDAD
45	33	43	49	56	34	44	52	54	SIN NOVEDAD
46	35	42	47	55	32	45	50	55	SIN NOVEDAD
47	33	41	46	56	33	42	48	52	SIN NOVEDAD
48	32	42	44	53	31	39	47	53	SIN NOVEDAD
49	30	40	43	52	30	38	46	50	SIN NOVEDAD
50	29	39	41	51	28	36	45	51	SIN NOVEDAD
51	27	37	39	52	27	35	43	52	100ML DE AGUA A T3 Y T3A
52	25	36	40	49	26	33	41	50	VOLTEO
53	28	34	38	47	28	34	39	48	SIN NOVEDAD
54	25	33	36	48	23	32	37	51	SIN NOVEDAD
55	23	32	35	46	25	29	36	49	SIN NOVEDAD
56	25	30	34	48	23	27	35	47	SIN NOVEDAD
57	24	29	35	45	24	26	34	45	SIN NOVEDAD
58	23	28	32	43	25	24	34	46	SIN NOVEDAD
59	24	26	31	44	24	26	33	43	SIN NOVEDAD
60	23	25	35	41	22	24	31	41	SIN NOVEDAD
61	22	23	33	39	23	23	29	42	100ML DE AGUA A TODOS
62	23	22	32	37	22	24	27	39	VOLTEO
63	22	23	30	35	24	22	26	37	SIN NOVEDAD
64	23	24	29	34	22	24	28	36	SIN NOVEDAD
65	22	25	27	35	21	24	26	35	SIN NOVEDAD
66	24	24	25	32	23	23	25	34	SIN NOVEDAD
67	22	22	28	29	21	22	24	32	SIN NOVEDAD
68	20	23	25	30	20	23	25	31	SIN NOVEDAD
69	20	22	23	27	21	22	24	29	SIN NOVEDAD

DIAS	TEMPERATURA								HUMEDAD
	T3	T2	T1	T	T3A	T2A	T1A	TA	OBSERVACIONES
70	21	24	25	31	20	20	25	28	SIN NOVEDAD
71	23	21	24	30	22	23	24	26	SIN NOVEDAD
72	21	24	23	28	20	22	23	27	SIN NOVEDAD
73	19	22	24	26	20	21	24	25	SIN NOVEDAD
74	19	20	23	25	18	23	23	26	SIN NOVEDAD
75	21	22	25	26	22	21	25	25	SIN NOVEDAD
76	20	20	23	23	20	22	23	24	VOLTEO PROGRAMADO
77	21	22	24	24	22	21	24	22	SIN NOVEDAD
78	19	21	23	23	20	21	23	23	SIN NOVEDAD
79	19	23	24	22	19	20	23	21	SIN NOVEDAD
80	21	21	23	24	20	22	24	22	SIN NOVEDAD
81	18	21	24	23	21	21	23	23	SIN NOVEDAD
82	19	20	23	22	19	23	25	22	SIN NOVEDAD
83	21	22	21	20	18	20	23	23	SIN NOVEDAD
84	19	23	23	21	20	22	24	21	100ML DE AGUA A T3 Y T3A
85	20	21	24	22	19	23	23	22	VOLTEO
86	20	23	23	21	21	22	24	23	SIN NOVEDAD
87	19	20	22	22	19	20	23	22	SIN NOVEDAD
88	19	22	23	23	18	22	22	21	SIN NOVEDAD
89	18	20	21	24	18	23	23	22	SIN NOVEDAD
90	17	23	23	22	18	22	22	23	SIN NOVEDAD
91	18	22	21	23	17	19	23	24	SIN NOVEDAD
92	17	19	23	22	18	21	23	22	SIN NOVEDAD
93	17	20	22	24	17	20	22	24	*FIN DE PROCESO T3 Y T3A*
94	-	19	21	23	-	19	20	22	SIN NOVEDAD
95	-	20	22	23	-	20	21	21	SIN NOVEDAD
96	-	19	21	22	-	18	19	22	100ML DE AGUA A T2 Y T2A
97	-	18	20	22	-	18	20	21	VOLTEO
98	-	18	23	23	-	17	19	22	SIN NOVEDAD
99	-	17	21	20	-	18	20	20	SIN NOVEDAD
100	-	18	20	22	-	17	19	21	SIN NOVEDAD
101	-	-	18	21	-	18	17	20	*FIN DE PROCESO T2 Y T2A*
102	-	-	17	20	-	-	18	22	SIN NOVEDAD
103	-	-	18	23	-	-	17	22	SIN NOVEDAD
104	-	-	17	22	-	-	18	21	100ML DE AGUA A T1 Y T1A
105	-	-	17	21	-	-	17	20	VOLTEO

DIAS	TEMPERATURA								HUMEDAD
	T3	T2	T1	T	T3A	T2A	T1A	TA	OBSERVACIONES
106	-	-	17	22	-	-	18	23	SIN NOVEDAD
107	-	-	18	20	-	-	17	22	SIN NOVEDAD
108	-	-	17	21	-	-	17	20	*FIN DE PROCESO T1 Y T1A*
109	-	-	-	22	-	-	-	21	SIN NOVEDAD
110	-	-	-	20	-	-	-	20	SIN NOVEDAD
111	-	-	-	20	-	-	-	19	SIN NOVEDAD
112	-	-	-	18	-	-	-	20	SIN NOVEDAD
113	-	-	-	19	-	-	-	18	100ML DE AGUA A T Y TA
114	-	-	-	17	-	-	-	17	VOLTEO
115	-	-	-	18	-	-	-	18	SIN NOVEDAD
116	-	-	-	17	-	-	-	17	SIN NOVEDAD
117	-	-	-	17	-	-	-	18	SIN NOVEDAD
118	-	-	-	18	-	-	-	17	SIN NOVEDAD
119	-	-	-	17	-	-	-	17	*FIN DE PROCESO T Y TA*

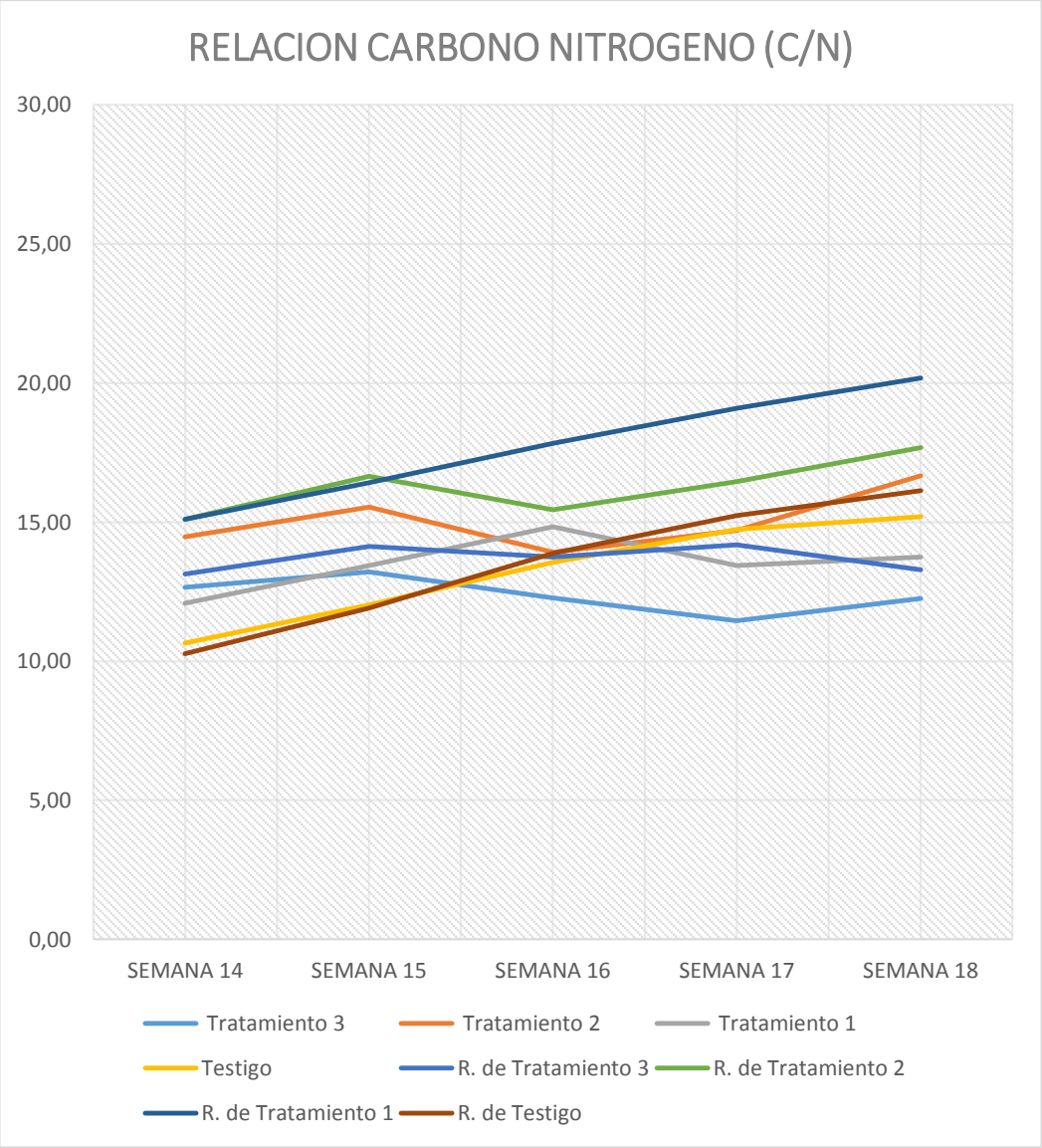
Nota. Fuente: Elaboración propia-2018.

Apéndice B: ***Datos del indicador relación Carbono / Nitrógeno.***

MUESTRA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	CERPER
Tratamiento 3	12,65	13,21	12,28	11,46	12,26	**11.90**
Tratamiento 2	14,48	15,53	13,91	14,70	16,68	**16.47**
Tratamiento 1	12,09	13,43	14,84	13,44	13,75	**14.76**
Testigo	10,66	12,02	13,56	14,75	15,20	**15.82**
Replica de Tratamiento 3	13,13	14,12	13,75	14,19	13,29	**11.47**
Replica de Tratamiento 2	15,09	16,65	15,45	16,46	17,67	**14.18**
Replica de Tratamiento 1	15,09	16,43	17,84	19,09	20,17	**17.25**
Replica de Testigo	10,27	11,92	13,88	15,23	16,12	**14.71**

Nota. Valor esperado de relación en C/N de 0% a 30%.

Apéndice C: Grafico del indicador relación Carbono / Nitrógeno.



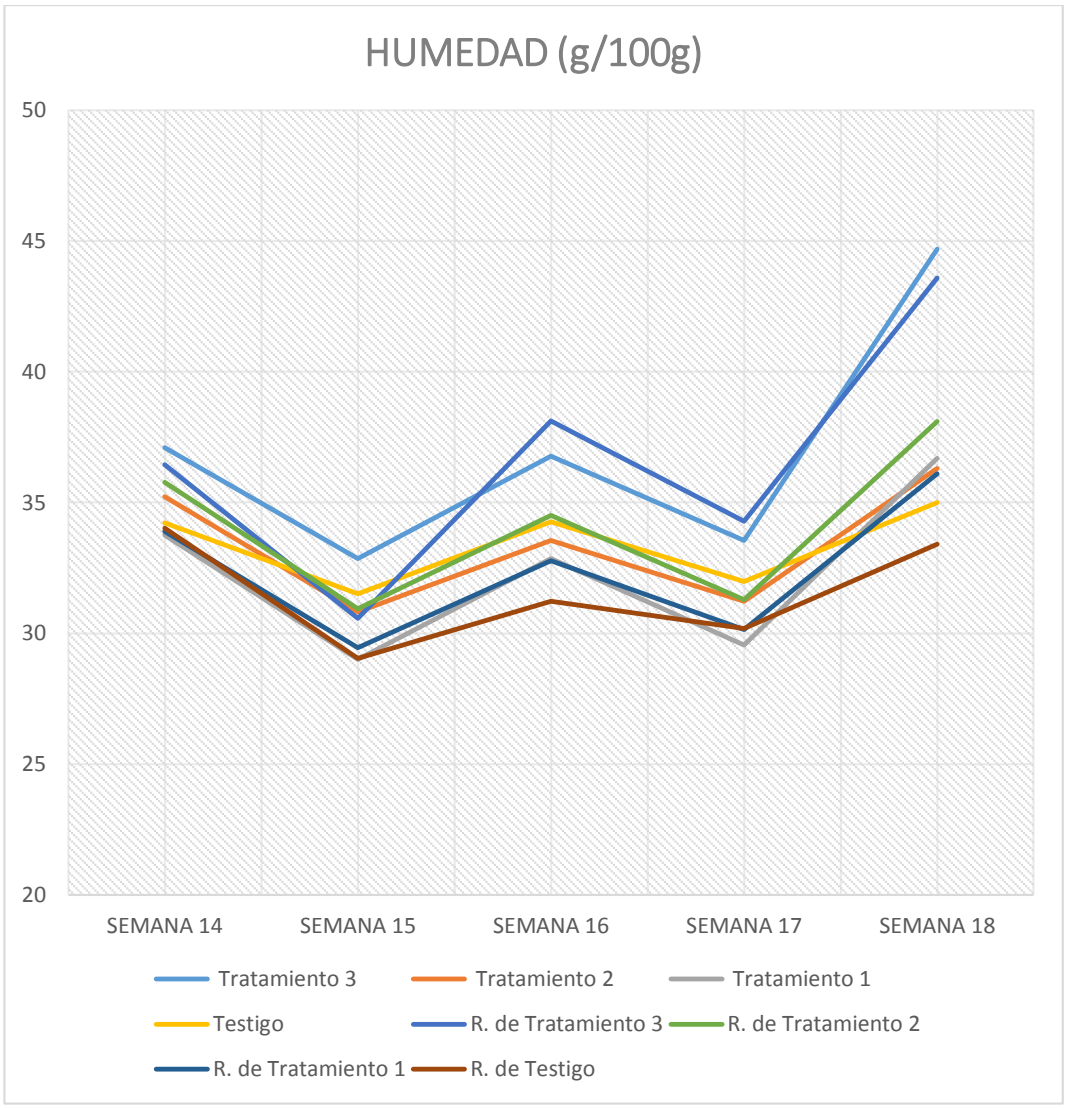
Fuente: *Elaboración propia-2018.*

Apéndice D: Datos del indicador HUMEDAD.

MUESTRA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	CERPER
Tratamiento 3	37,11	32,86	36,78	33,56	44,70	**47.27**
Tratamiento 2	35,22	30,82	33,56	31,22	36,30	**35.76**
Tratamiento 1	33,75	29,00	32,85	29,56	36,70	**35.89**
Testigo	34,22	31,52	34,26	31,98	35,00	**31.61**
Replica de Tratamiento 3	36,45	30,58	38,12	34,28	43,60	**48.04**
Replica de Tratamiento 2	35,78	30,94	34,52	31,29	38,10	**37.07**
Replica de Tratamiento 1	33,89	29,45	32,78	30,15	36,11	**35.39**
Replica de Testigo	34,02	29,04	31,22	30,19	33,40	**32.26**

Nota. Valor esperado entre 30% a 45% de humedad.

Apéndice E: Gráfico del indicador HUMEDAD.



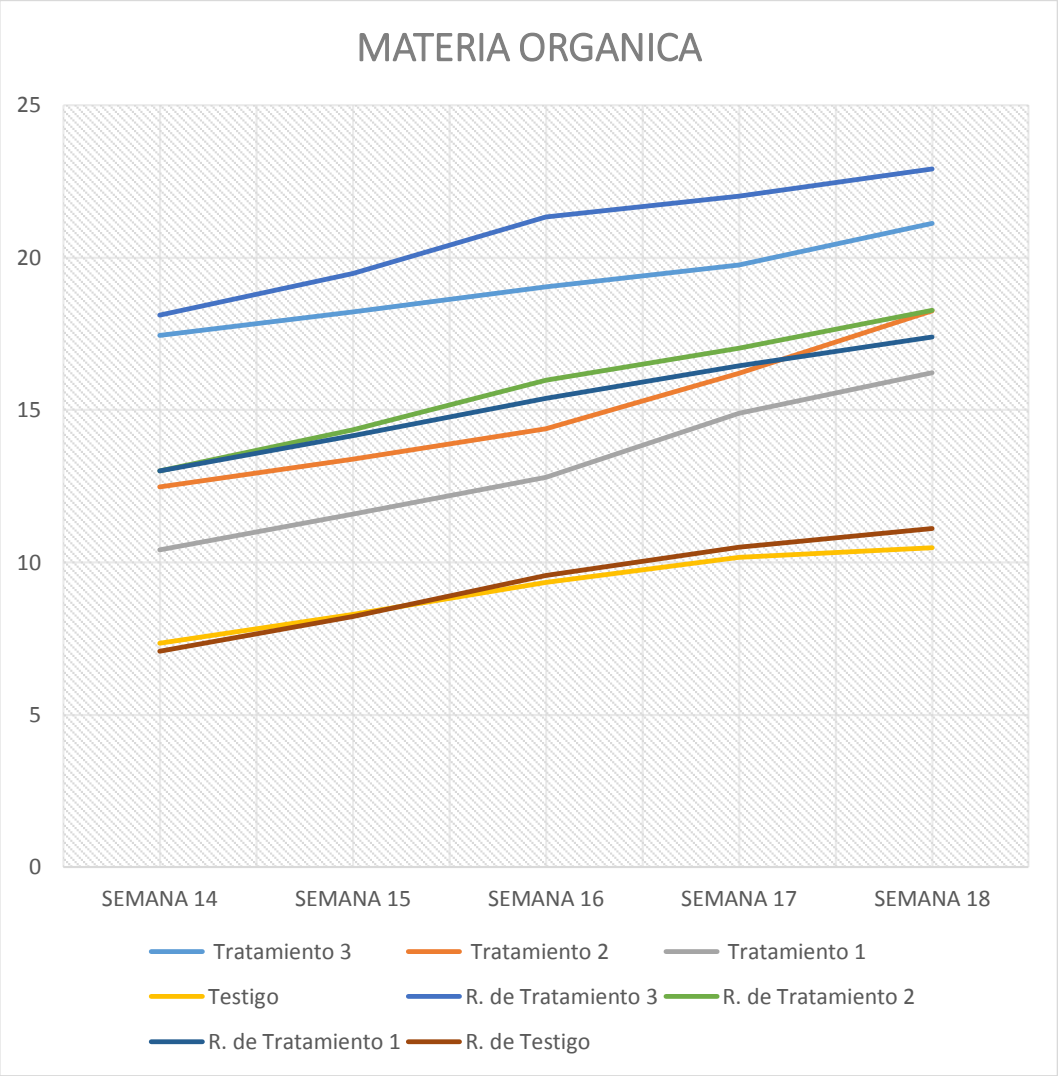
Fuente: *Elaboración propia-2018.*

Apéndice F: Datos del indicador MATERIA ORGANICA.

MUESTRA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	CERPER
Tratamiento 3	17,45	18,22	19,05	19,76	21,13	**20.51**
Tratamiento 2	12,48	13,39	14,39	16,21	18,25	**17.04**
Tratamiento 1	10,42	11,58	12,79	14,9	16,22	**15.27**
Testigo	7,35	8,29	9,35	10,17	10,48	**10.91**
Replica de Tratamiento 3	18,11	19,48	21,34	22,02	22,91	**19.78**
Replica de Tratamiento 2	13,01	14,35	15,98	17,03	18,28	**14.67**
Replica de Tratamiento 1	13,01	14,16	15,38	16,46	17,39	**14.87**
Replica de Testigo	7,08	8,22	9,57	10,5	11,12	**10.15**

Nota. Valor esperado mayor a 20%

Apéndice G: Grafico del indicador MATERIA ORGANICA.



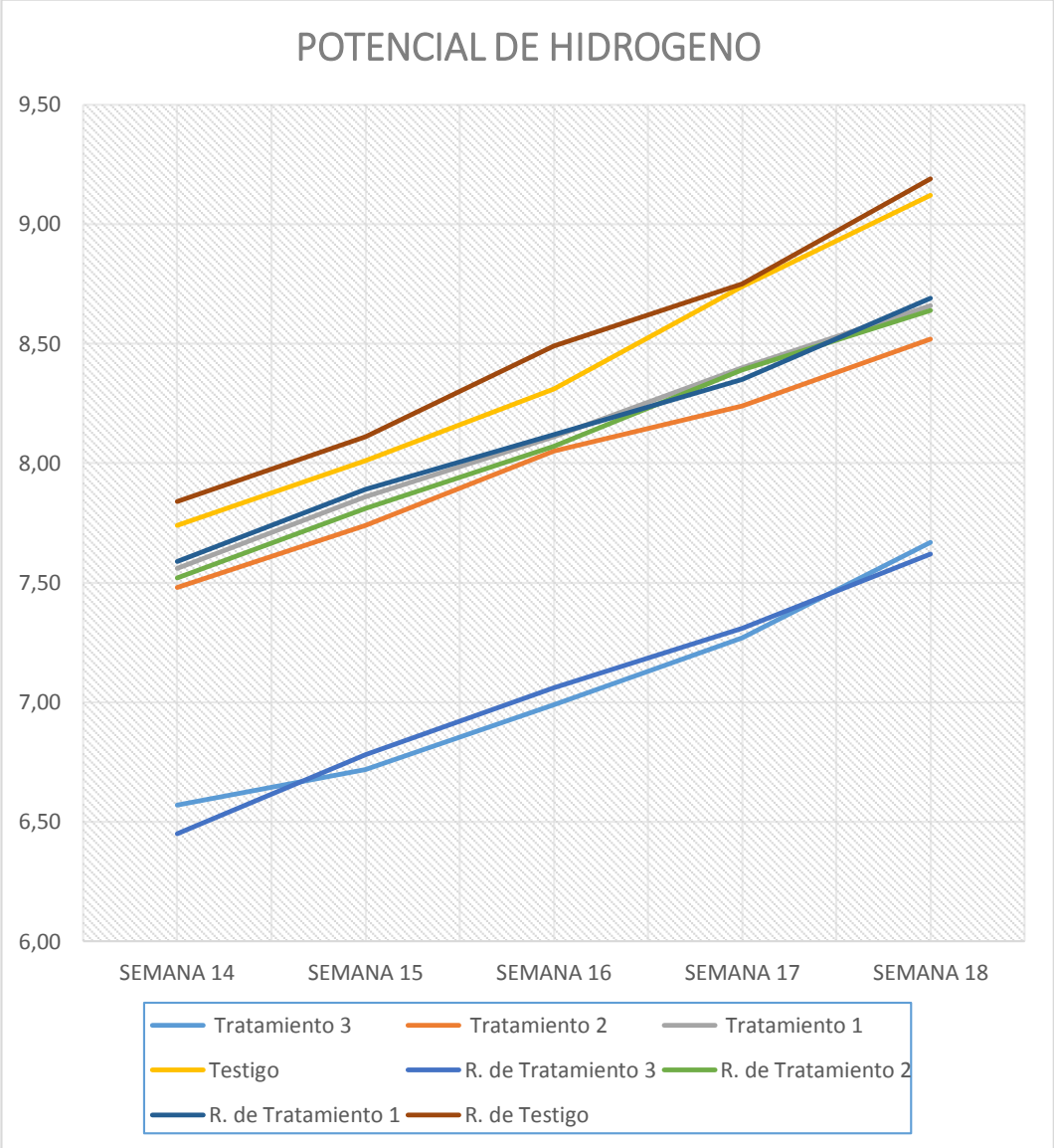
Fuente: *Elaboración propia-2018*

Apéndice H: Datos del indicador POTENCIAL DE HIDROGENO.

MUESTRA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	CERPER
Tratamiento 3	6,57	6,72	6,99	7,27	7,67	**7.60**
Tratamiento 2	7,48	7,74	8,05	8,24	8,52	**8.41**
Tratamiento 1	7,56	7,86	8,11	8,40	8,66	**8.51**
Testigo	7,74	8,01	8,31	8,74	9,12	**9.34**
Replica de Tratamiento 3	6,45	6,78	7,06	7,31	7,62	**7.53**
Replica de Tratamiento 2	7,52	7,81	8,07	8,39	8,64	**8.42**
Replica de Tratamiento 1	7,59	7,89	8,12	8,35	8,69	**8.45**
Replica de Testigo	7,84	8,11	8,49	8,75	9,19	**9.36**

Nota. Valor esperado entre 5.0 a 8.5 de pH.

Apéndice I: Grafico del indicador POTENCIAL DE HIDROGENO.



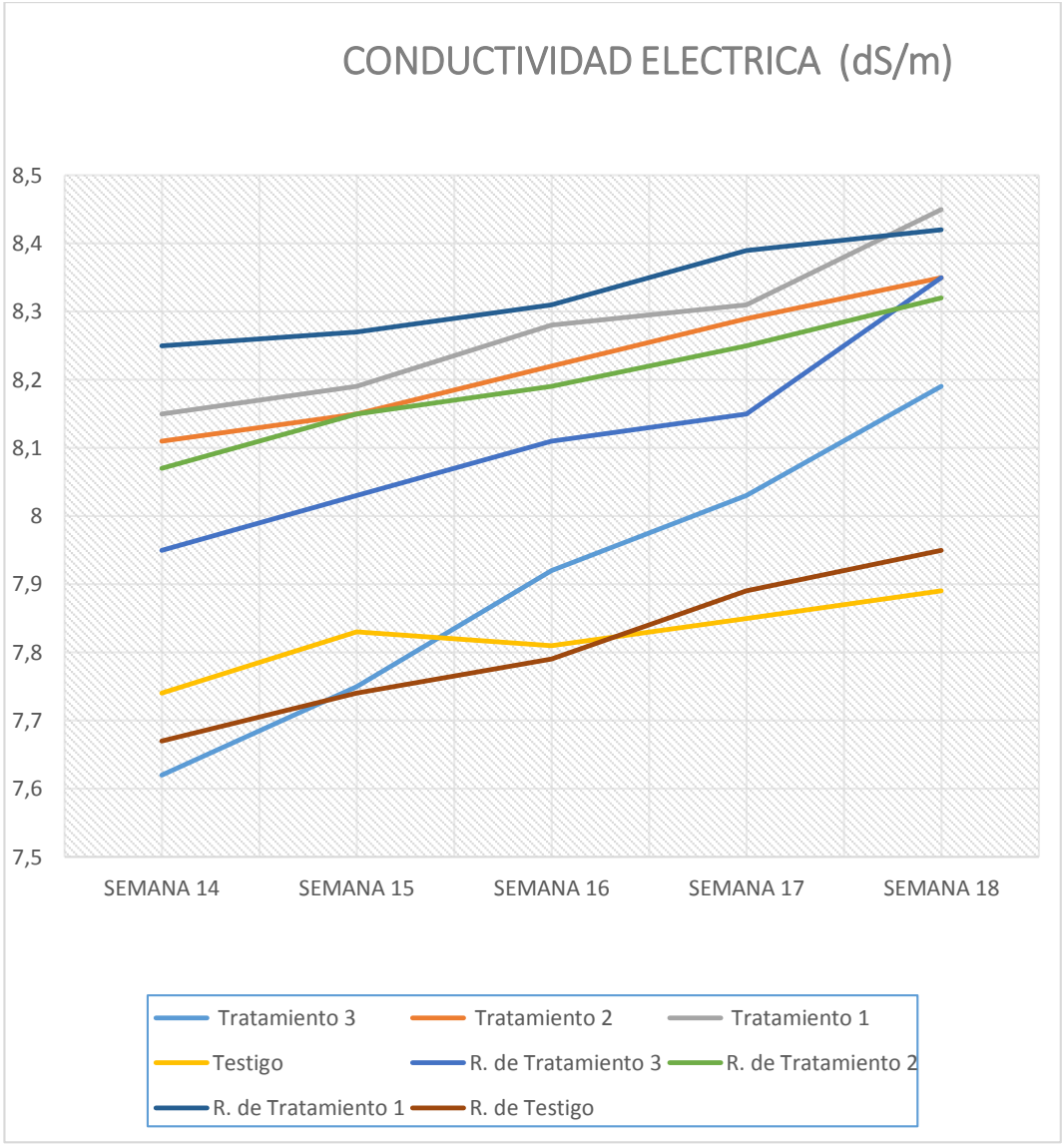
Fuente: *Elaboración propia-2018.*

Apéndice J: Datos del indicador CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

MUESTRA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	CERPER
Tratamiento 3	7,62	7,75	7,92	8,03	8,19	**9.12**
Tratamiento 2	8,11	8,15	8,22	8,29	8,35	**9.13**
Tratamiento 1	8,15	8,19	8,28	8,31	8,45	**9.20**
Testigo	7,74	7,83	7,81	7,85	7,89	**8.36**
Replica de Tratamiento 3	7,95	8,03	8,11	8,15	8,35	**9.29**
Replica de Tratamiento 2	8,07	8,15	8,19	8,25	8,32	**9.23**
Replica de Tratamiento 1	8,25	8,27	8,31	8,39	8,42	**9.11**
Replica de Testigo	7,67	7,74	7,79	7,89	7,95	**8.45**

Nota. Valor esperado entre 0 a 8 de dS/m.

Apéndice K: Grafico del indicador CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.



Fuente: *Elaboración propia-2018.*