



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Obtención de abono orgánico de lodos residuales de la planta de  
tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Lamadrid Ramos, Brian Eduardo ([orcid.org/0000-0003-3470-9950](https://orcid.org/0000-0003-3470-9950))

Ramirez Ramos, Alvaro Joaquin ([orcid.org/0000-0001-7671-8260](https://orcid.org/0000-0001-7671-8260))

**ASESOR:**

Mg. Tello Zevallos, Wilfredo ([orcid.org/0000-0002-8659-1715](https://orcid.org/0000-0002-8659-1715))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mis padres Milagros y Abraham por su apoyo que me han brindado en toda mi vida, a mi esposa Alejandra por la paciencia y dedicación de siempre estar conmigo ayudándome y a mis abuelos que interceden guiándome desde el cielo.

Lamadrid Ramos, Brian Eduardo

A mis padres Mercedes y Edgard por el apoyo que me brindan incondicionalmente, a mi abuela que siempre me cuida desde el cielo.

Ramírez Ramos, Álvaro Joaquín

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por darme salud, inteligencia e iluminar mi camino y permitirme cumplir una de mis metas, agradezco la Universidad Cesar Vallejo por acogernos y así poder desarrollarnos profesionalmente.

A mi esposa Alejandra por la paciencia y apoyo que me ha brindado, a mis padres Milagros y Abraham por darme la vida y apoyo incondicional que he tenido desde siempre para poder llegar hasta finiquitar mi carrera profesional de Ingeniería Ambiental.

Lamadrid Ramos, Brian Eduardo

A Dios por darme la vida y salud que tengo, para permitirme llegar hasta este momento, a la Universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de culminar nuestra carrera y así seguir desarrollándonos profesionalmente, al Mg. Tello Zevallos, Wilfredo, asesor de la presente tesis por su orientación, consejos y dedicación en el transcurso de la investigación.

A mis padres Mercedes y Edgard por ese esfuerzo para darme ese apoyo cuando lo necesite a lo largo de mi carrera universitaria.

Ramírez Ramos, Álvaro Joaquín

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. Metodología.....	10
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	10
3.2 Variables y operacionalización de la investigación .....	10
3.3 Población y muestra de la investigación .....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5 Análisis de Varianzas.....	12
3.6 Procedimientos .....	13
3.7 Métodos de análisis de datos.....	17
3.8 Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	17
V. DISCUSIONES.....	23
VI. CONCLUSIONES.....	25
VII. RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS .....	31

## Índice de tablas

Tabla 1. Enfermedades frecuentes transmitidas a los seres humanos.....	9
Tabla 2. Operacionalización .....	11
Tabla 4. Resultados de los tratamientos.....	25
Anexo 1. Parámetro de toxicidad.....	31
Anexo 2. Parámetros de higienización .....	31
Anexo 3. Recolección de datos .....	31
Anexo 4. Cuantificación de materia orgánica .....	32
Anexo 5. Determinación de PH, conductividad eléctrica y temperatura – Resultados 32	
Anexo 6. Parámetros de toxicidad química – Resultados .....	32
Anexo 7. Parámetros de Higienización – Resultados (ECMUG).....	33
Anexo 18 ANOVA para determinación de PH .....	43
Anexo 19 Estadísticos descriptivos (Ph) .....	43
Anexo 19 Prueba de homogeneidad de varianzas para determinar el uso de Tukey o Duncan (Ph) .....	43
Anexo 20 Pruebas de efectos inter-sujetos (Ph) .....	44
Anexo 21 Comparaciones múltiples (Ph) .....	45
Anexo 22 ANOVA para determinación de conductividad eléctrica .....	46
Anexo 23 Estadísticos descriptivos de conductividad eléctrica .....	46
Anexo 24 Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup> (conductividad eléctrica).....	47
Anexo 25 Pruebas de efectos inter-sujetos (conductividad eléctrica) .....	48
Anexo 26 Comparaciones múltiples (conductividad eléctrica) .....	48
Anexo 27 ANOVA para determinación de temperatura.....	50
Anexo 27 Estadísticos descriptivos (temperatura) .....	50
Anexo 28 Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup> (temperatura) .	50
Anexo 29 Pruebas de efectos inter-sujetos (temperatura) .....	51
Anexo 30 Comparaciones múltiples (temperatura) .....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Planta de tratamiento de agua potable .....	13
Figura 2. Procedimiento base.....	14
Figura 3. Microorganismos fermentativos .....	15
Figura 4. Solución takakura.....	15
Figura 5. Mezcla de agregados .....	16
Figura 6. Agregado de la solución Takakura.....	16
Figura 7. Remoción y Oxigenación .....	16
Figura 8. Tratamiento I.....	18
Figura 9. Tratamiento II.....	19
Figura 10. Tratamiento III.....	20
Anexo 8. Resultado de Laboratorio (lodos) .....	33
Anexo 9. Resultados de Laboratorio (lodos) .....	34
Anexo 10. Resultado de Laboratorio (lodos) .....	35
Anexo 11. Resultado de laboratorio (compost) .....	36
Anexo 12. Resultado de laboratorio (compost) .....	37
Anexo 13. Resultado de laboratorio (compost) .....	38
Anexo 14. Resultado de laboratorio (compost) .....	39
Anexo 15. Evaluacion por expertos semi caificados .....	40
Anexo 16. Evaluacion por expertos semi caificados .....	41
Anexo 17. Evaluacion por expertos semi caificados .....	42

## Resumen

El objetivo principal de la investigación fue producir abono orgánico mediante la reutilización de lodos residuales de la planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Piura. Para la población se utilizó 100 Kilogramos de lodo residual para los 4 tratamientos, los cuales se distribuyeron en 30 kilogramos por bloque, teniendo 4 tratamientos, donde a cada tratamiento se le añadió diferentes componentes para optimizar su valor en nutrientes, donde se le añadió al tratamiento 1, 20 kilogramos de paja de césped adicional de 10 kilogramos de puño de algarrobo, tratamiento 2, 20 kilogramos de residuos orgánicos (naranja y piña) adicional 10 kilogramos de puño de algarrobo, tratamiento 3, 20 Kilogramos de estiércol con un adicional de 10 kilogramos de puño de algarrobo. El diseño de la presente investigación es experimental, los resultados experimentados fueron sometidos a un análisis organolépticos, toxicidad química e higienización, donde se obtuvieron como mejor resultado del tratamiento (T2) en cuanto a las características fisicoquímicas cumple con los sólidos volátiles (SV) menor o igual al 60 % (600,000 Mg/Kg) sólidos totales (ST) con un resultado de 58,4 % (583.746 Mg/Kg) siendo  $58,4\% < 60\%$ , con una determinación de PH equivalente a 7.2, conductividad eléctrica de 1305 Us/Cm, Humedad 50.6 %, temperatura 31°C. Cumpliendo con los requisitos organolépticos y microbiológicos según esta norma, también cumple con los valores necesarios para el uso de abono orgánico, los tratamientos 1, 2, 3 y la muestra testigo donde el tratamiento 2 llega a las normas necesarias establecidas en el RM N° 128 – 2017 VIVIENDA.

**Palabras clave:** Lodo residual, abono orgánico, planta de tratamiento.

## **Abstract**

The main objective of the research was to produce organic fertilizer through the reuse of residual sludge from the drinking water treatment plant of the National University of Piura. For the population, 90 kilograms of residual sludge was used for the 3 blocks, which were distributed in 30 kilograms per block, having 3 treatments, where different components were added to each treatment to optimize its nutrient value, where it was added to the treatment 1, 20 kilograms of additional grass pruning of 10 kilograms of carob tree pruning, treatment 2, 20 kilograms of organic waste (orange and pineapple) additional 10 kilograms of carob tree fist, treatment 3, 20 kilograms of manure with an additional 10 kilograms of carob fist. The design of the present investigation is experimental, the experimented results were subjected to an organoleptic, chemical toxicity and sanitation analysis, where they were obtained as the best result of the treatment (T2) in terms of the physicochemical characteristics, complying with the lowest organic concentration (SV). or equal to 60% (600,000 Mg/Kg) dry matter (ST) with a result of 58.4% (583,746 Mg/Kg) being  $58.4\% < 60\%$ , with a PH determination equivalent to 7.2, electrical conductivity of 1305 Us/Cm, humidity 50.6 %, temperature 31 °C. Complying with the organoleptic and microbiological requirements according to this standard, it also complies with the necessary values for the use of organic fertilizer, the T1, T2, T3 treatments, where T2 reaches the necessary standards established in D.S N° 015 - 2017 HOUSING .

**Keywords:** Residual sludge, organic fertilizer, processing facilities



## **I. INTRODUCCIÓN**

El subproducto que genera una planta de agua es un residuo contaminante, derivado de los distintos procesos y tratamientos. La problemática surge cuando estos son desechados incorrectamente, sin tener una buena disposición final, generando graves problemas ambientales y perjudiciales para la salud. Además, al ser un desecho orgánico, la materia orgánica es una de sus mayores virtudes tanto en micro y macronutrientes, que podría ser usado como fertilizante para plantaciones forestales o para potenciar los suelos mejorando su calidad, siendo una muy buena alternativa para su aprovechamiento y su disposición final. Se entiende como biosólidos al producto obtenido de la limpieza y el proceso de las aguas residuales. Mitigar la materia suspendida que contamina y está presente en el agua es el motivo principal del tratamiento de aguas residuales, de tal manera de que se puedan usar de otras formas. No obstante, el proceso que tiene el agua trae consigo subproducto principalmente, lodos, los cuales en su mayoría no se tratan porque demandan pérdidas y gastos adicionales para su manejo y disposición final apropiada. “Los abonos orgánicos son sustancias compuestas por residuos de origen vegetal, animal o mixto que se añaden al suelo o plantaciones para mejorarlos de forma física, biológica y químicamente”. L. Huaman (2019). En este caso la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura debido a que se aprovecharan sus lodos, se verá favorecida ya que se mejoraran las plantaciones propias del campus, generando así una biodiversidad de manera sostenible, con disposiciones finales tratadas a su beneficio y con un aprovechamiento máximo.

Estudios relacionados con el manejo de los lodos que provienen de las plantas encargadas del tratamiento de aguas residuales, datan desde inicios del siglo XX, con la invención de procesos que trataban las aguas servidas y debido a generación de grandes cantidades de lodos. Desde hace 50 años ha venido evolucionando el manejo de los lodos, buscando mejores alternativas y así disminuir costos en la disposición final y tratamiento, los que al día de hoy corresponden el 50% del costo total para tratar las aguas residuales. Actualmente, las investigaciones se han basado en la búsqueda de mejores métodos para transformar el lodo en un producto

obtenido que pueda ser útil y pueda ser dispuesto en el suelo, debido a que cada vez son menos las áreas capaces para realizar la construcción de lugares idóneos para su disposición final y contrarrestar los problemas asociados a la contaminación debido al mal manejo de este subproducto.

El Perú es un país en el que se promueve el reaprovechamiento del subproducto generado en las Plantas de tratamiento de agua potable domésticas o municipales, ello está estipulado en la Resolución Ministerial nº 128-2017-Vivienda. El cual tiene como objetivo promover el uso de los lodos en diversas industrias, como por ejemplo, en la forestal, agrícola y de cerámicas; ello luego de ser transformados a biosólidos y teniendo en cuenta los riesgos, que su uso represente, para la salud humana y el medio ambiente. Las afirmaciones anteriores sugieren que los puntos fundamentales estipulados en la Resolución Ministerial nº 128-2017-Vivienda.

En los diferentes distritos de Lima Metropolitana, hay un total de 7 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, las que generan al día 2,537.85 toneladas de lodo; tal como lo menciona la investigación titulada "Innovación en la gestión de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico en Lima-Perú". Espinoza y Santos (2021). Según esa investigación, la conversión de lodo como insumo demanda recursos financieros, los mismos que pueden ser adquiridos con la innovación de la gestión actual, en tal sentido, a continuación, se detalla las disposiciones dadas por el Gobierno peruano referentes al reaprovechamiento de lodos.

Actualmente el problema de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura se debe por la carencia de un adecuado sistema de manejo o disposición final adecuada de los lodos residuales que genera. Dichos lodos son vertidos al mismo canal alimentador de esta Planta de tratamiento de agua potable, llegando posteriormente hasta el canal principal "Biaggio Arbulú". Debido al tratamiento al que se somete el agua cruda a potabilizar, se agregan químicos para poder cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental, quedando contenidos en los lodos, incrementando de esta manera la variación de las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico al que son arrojados, creando potenciales contaminantes los cuales pueden ser sancionados por la autoridad

ambiental correspondiente, de ahí parte la importancia de estudiar y analizar alternativas de tratamientos para los lodos residuales, lo cual presenta mayor posibilidad para este proyecto de investigación.

¿Cómo aprovecharemos los lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura?

¿Se podrá producir abono orgánico utilizando lodos residuales de una Planta de tratamiento de agua potable?

La justificación de la presente investigación se debe a la falta de sistemas de aprovechamiento de lodos residuales en la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura, lo que ha traído consigo su mal disposición, ya sean como residuos sólidos en rellenos sanitarios, disminuyendo su capacidad operativa, así como también por la contaminación tras los vertimientos de estos lodos aguas abajo del punto en que son recogidos. Debido a ello es importante idear estrategias para implementar adecuados tratamientos que hagan posible la reutilización de estos lodos, promoviendo la conservación y cuidado del medio ambiente, teniendo en cuenta que son las complicaciones con mayor huella que enfrenta el Perú, en cuanto a gestión de residuos; en la presente investigación se pretende utilizar el subproducto como materia prima, tratándolo con la finalidad de obtener abono orgánico, el cual servirá como fuente principal para el mantenimiento y extensión de áreas verdes de la Universidad nacional de Piura, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono, la contaminación atmosférica, combatiendo así, el cambio climático.

El alcance del presente proyecto es la realización de análisis tomando en cuenta el impacto ambiental que puede generar el mal manejo de los residuos que son obtenidos tras las actividades realizadas para el tratamiento de agua; a la vez nace tras la búsqueda de un método de reutilización de materia orgánica, presente en los lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura, debido a ello se ha considerado la producción de abono orgánico, el que podría servir como base de desarrollo sostenible en el campus y alrededores.

Se establece como objetivo general de esta investigación: Se produjo abono orgánico mediante la reutilización de lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura.

A la vez como objetivos específicos: 1. Se realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos a los lodos residuales para su aprovechamiento; 2. Se comparó los resultados con la norma técnica peruana 201.208:2021. Fertilizantes y 3. Se cuantificaron los macrorganismos en el suelo aplicadas con el abono orgánico producido.

En cuanto la hipótesis general: Se logró obtener abono orgánico aprovechando los lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura. Como hipótesis específicas: 1. Se realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos a los lodos residuales de la planta de tratamiento de agua potable de la universidad nacional de Piura. 2. Los resultados cumplieron con los parámetros de la norma técnica peruana 201.208:2021.fertilizantes y 3. Se verificó la eficiencia del abono orgánico empleado en las áreas verdes de la universidad nacional de Piura.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En los procesos de aguas residuales siempre hay un subproducto conocido como lodo, ocasionando impactos ambientales que son dañinos para la salud, el control de las Planta de tratamiento de agua potable se basa en análisis de parámetros físicos, químicos agrologicos y microbiológicos (García, 2009). Para el caso de la Planta de tratamiento de agua potable se utiliza los siguientes procesos:

### **a) Fases del tratamiento**

**Fase de captación:** El agua entra en la cámara de captación pasando por unas rejillas de 5 cm de separación donde los sólidos se quedan atrapados, haciendo pase al agua y lodos hacia un reservorio donde se agrega sulfato de cobre pentahidratado eliminando algas y macrorganismos.

**Fase de floculación:** se vierte el poli cloruro de aluminio por mezcla rápida, coagulando los sólidos disueltos sedimentándose en el fondo del tanque.

**Fase de decantación:** el agua pasa por una cámara de decantación por vinilones captando los lodos sedimentados para posteriormente pasar por la fase de filtración.

**Fase de filtración:** El agua ingresa por lechos filtrantes pasando a una cámara de cisterna de agua tratada dando pase a la siguiente fase.

**Fase cloración:** se le agrega gas cloro, dándole fin a la potabilización de agua, quedando apto para consumo humano.

Los lodos residuales se desechan a través de retro lavados cada dos horas al día. Estos residuos orgánicos tienen varios beneficios para la agricultura, que son de gran beneficio en estos, según depende de su longevidad y su nacimiento. Con la generación de estos residuos orgánicos que aparecen en el transcurso del proceso, se potencian ideas para darle un segundo uso como fertilizante que dará un impacto al suelo dando una mejora en sus cualidades primarias que no permiten que sea lo suficientemente bueno para la agricultura. Estos suelos, tienen un sinfín de propiedades (minerales, fisicoquímicas, orgánicas y nutritivas, entre otras) por las diferentes propiedades es imposible cuál de estos vaya a afectar a su producción y equilibrio. (Scholes y otros, 1994) señalan que feracidad de terreno es el núcleo del equilibrio tanto para reservas naturales como para artificiales, ya que es el recurso por el cual se produce los diferentes procesos terrestres.

#### **b) Lodos residuales**

En el desarrollo de aguas residuales donde es depurada, se producen lodos conformados por elementos como residuos del efluente, los diferentes procedimientos químicos y la masa bacteriana. Estas empresas de depuración adquieren aguas que se generan en zonas urbanas, es por eso que surge un impacto en la calidad de medio ambiente que dependerá del resultado adquirido y de los procedimientos que se somete. Esta situación ha generado circunstancias peligrosas para el ambiente. Los residuos orgánicos que son creados por la adquisición del agua a tratar, son el resultado de los procesos generados por el tratamiento y están compuestos por sólidos que se sedimentan y no se sedimentan. Estas partículas de residuos que se descartan tanto de la superficie como del fondo de estas aguas residuales forman parte de la mayoría de lodo, la cual puede comprender de cantidades de metales pesados y microorganismos patógenos, entre otros contaminantes, en la biología estos lodos aparecen en dos tiempos: las partes más compactadas se separan en el primer proceso de decantación y dan

origen a este lodo primario, después pasan por la zona de aireación y la actividad aerobia acelerará la evolución de las bacterias esto hará que se multipliquen en la materia orgánica. La masa biológica formada luego se decantará en el decantador secundario, dando paso a los lodos secundarios.

(Spena Group, 2010) define que la materia residual que es desechada en los procesos de depuración de aguas urbanas dependen del tipo de manejo que recibe a través de cada planta y de la operación de esta. En un proceso de efluentes tratadas caseras, los lodos se originan en los ciclos de proceso primario y proceso secundario.

**Lodos primarios:** se remueven los sólidos que son capaz de sedimentar. “Depende de la cantidad de carga que tiene en la superficie o tiempo. Si se utilizan químicos se produce más lodo, resultado de una aplicación química” (Spena Group, 2010).

**Lodos secundarios:** se genera en los procedimientos orgánicos que convierte sustratos disolventes en biomasa. Las cantidades son producidas dependerán de varios causantes: eficacia de tratamiento, cantidad de disolución del sustrato, movimiento de nutrientes y diseño del proceso. “Estos son producidos en tanques de reacción biológica donde se desvinculan del agua en los decantadores secundario. Estos tienen en la parte inferior una tolva donde almacenan y concentran los lodos decantados.

La adquisición del lodo decantado se genera por presión hidráulica y por la acción mecánica que “barren” en lo profundo del tanque, haciendo presión contra los lodos decantados al camión para su recolección” (Spena Group, 2010). El tipo depende del nacimiento de los lodos, por lo tanto genera que cambien sus características dependiendo del proceso en el que extrajo.

(Spena Group, 2010) manifiesta que “la particularidad de los lodos están sujetos a su principio, su vida de detención en las fases de la PTAR y el tipo de proceso que han adquirido”.

### **c) Análisis de lodos**

Cuando estos residuos orgánicos son lanzados a nuestro entorno sin algún proceso en metales pesados generaría una contaminación de agua entrando en la cadena trófica hasta que llegue al humano generando enfermedades, malestar e incluso el

fallecimiento. En la actualidad se trata de cuidar el medio ambiente que es maltratado por las diversas actividades del ser humano con la finalidad de satisfacer sus necesidades, ha conllevado a las autoridades a tomar decisiones de implementar actividades de protección ambiental y crear leyes y normas que detengan en desequilibrio ecológico. Para el conocimiento de tipo de lodo con el que estamos trabajando es indispensable aplicar los procesos y análisis que corresponden en la materia y así poder separarlos. Dentro de los procesos correspondientes para su análisis debemos tomar en cuenta las siguientes características: mecanismos utilizados para el análisis, y las normas y métodos existentes para la determinación de los componentes y características, y sobre todo el análisis CRETIB.

#### **d) Distribución de lodos**

La clasificación es dependiendo a las leyes para dar una determinación si estos son aptos para su tratamiento y posibilidad de usar nuevamente, por lo que se determina cuál será su disposición final.

En cuanto a los diversos tratamientos, se presentan las diferentes alternativas: Lodos peligrosos. Las cualidades de transporte, manejo, proceso, almacén y disposición deberán alinearse a las leyes estipuladas por el País. Para los desechos de los lodos, se deber contar con instalaciones idóneas y personal capacitado para recepcionar adecuadamente los desechos.

- a) Lodos no considerados peligrosos. Estos lodos, por sus tipologías pueden ser usados como abono para mejorar el suelo en diferentes ambientes como bosques, cementerios, etc.
- b) Hay otros lodos que no se revaloriza, pero su carga de concentración de contaminantes es parcialmente baja y la ley autoriza su disposición final en un relleno sanitario municipal, con sus respectivas normas establecidas para este tipo de desecho.

#### **e) Efectos en la salud pública**

La utilización y manejo de lodos residuales domésticos para su utilización en diferentes fines, sin ningún tratamiento de estabilización y tratamiento de higiene, tiene

como causa infecciones en el ser humano y animales por los agentes patógenos que presentan.

En la Tabla 1 se mencionan algunas de las enfermedades frecuentemente transmitidas a los seres humanos, por los organismos patógenos, producidas por lodos residuales.



**Tabla 1. Enfermedades frecuentes transmitidas a los seres humanos**

<b>Organismo</b>	<b>Enfermedad</b>	<b>Efectos</b>
Bacterias	Fiebre tifoidea	Diarrea, vómito severo, bazo crecido, intestino inflamado; a menudo es mortal si no se trata
	Cólera	Diarrea, vómito severo, deshidratación; a menudo mortal si no se trata.
	Disentería bacteriana	Diarrea; raramente es mortal, excepto en niños sin tratamiento adecuado.
Virus	Enteritis	Dolor estomacal severo, náuseas, vómito; rara vez es mortal.
	Hepatitis infecciosa	Fiebre, dolor de cabeza severo, pérdida de apetito, dolor abdominal, ictericia, hígado crecido; rara vez es mortal, pero puede causar daño permanente al hígado.
	Poliomielitis	Fiebre, dolor de cabeza severo, úlceras en la garganta, cuello rígido, dolor muscular intenso, debilidad severa, temblores, parálisis en piernas, brazos y cuerpo; puede ser mortal.
Protozoarios Parásitos	Disentería amebiana	Diarrea severa, dolor de cabeza, escalofrío, fiebre; si no se trata puede ocasionar absceso hepático, perforación intestinal y muerte.
	Giardia	Diarrea, calambres abdominales, flatulencia, eructos, fatiga.
Gusanos Parásitos	Esquistosomiasis	Dolor abdominal, erupción en la piel, anemia, fatiga crónica y mala salud crónica general.

La infección de los animales como el hombre se puede dar tanto por el contacto indirecto como directo. En caso de ser contacto directo los individuos expuestos puede ingerir o inhalar partículas directamente, las cuales tienen patógenos, ya sea por el consumo o manipulación de vegetales crudos, los que han sido cultivados en suelos que fueron fertilizados con lodos no tratados adecuadamente. En cuanto a los animales también pueden ser infectados de manera directa y presentar problemas de gravedad o pueden portar agentes patógenos. Por otro lado, la infección de manera indirecta se puede dar tras el consumo de carnes que contengan huevos de helmintos (huevos de tenia), consumo de agua contaminada debido a los lodos que contienen agentes contaminantes; continuando de esta manera el ciclo biológico del parásito.

### **III. Metodología**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

El tipo de investigación es aplicada ya que estaremos dándole uso a los lodos residuales lo cual estaría resolviendo el problema de su disociación final con ayuda de técnicas que se le aplicaran a dichos lodos reaprovechándolos. Teniendo un enfoque cuantitativo.

La presente investigación es un proyecto de diseño experimental. Según Hernández (2018) el diseño experimental es cuando tras la observación de diferentes sucesos condicionados por el investigador se obtienen datos, los cuales se dan tras manipular una variable esperando respuesta de la otra.

#### **3.2 Variables y operacionalización de la investigación**

Variable Independiente es la Obtención de Abono Orgánico y la variable dependiente es la reutilización de los lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura.

La operacionalización de la presente investigación se observa en la Tabla 2:

**Tabla 2. Operacionalización**

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Dimensión operacional	Indicadores	Escala		
<b>Variable independiente</b>	Obtención de abono orgánico	Material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica, lleno de Beneficios que aportan nutrientes al suelo.	Fuente de tipo animal y vegetal.	Se determinará la cantidad de las fuentes de tipo animal y vegetal.	Puño de algarroba, Estiércol, Poda, Residuos orgánicos	De razón	
<b>Variable independiente</b>	Reutilización de lodos residuales de la PTAP de la UNP	Reutilización: proceso a través del cual se vuelve a obtener un beneficio del biosólidos	características organolépticas	Se analizaron mediante pruebas que especialistas del tema revisaron	Color	Ordinal	
					Aroma	Ordina	
					Consistencia	Ordina	
					Tolerancia dedefectos	Ordina	
			características fisicoquímicas	Resolución Ministerial N° 093-2018-VIVIENDA, protocolo de monitoreo de biosólidos	Cuantificación demateria orgánica	Intervalo	
					Determinación deph	Intervalo	
					Determinación de nitrógeno	Intervalo	
			características microbiológicas	NTP-ISO / IEC 17025:2006/ Suelos, Sedimentos yLodos	Metales disueltos	Intervalo	
					Salmonella sp.	NMP/10g ST	Intervalo
					Huevos de Helminto	Huevos/4g ST	Intervalo
	Numeración de Escherichia Coli (ECMUG)	NMP/1g ST	Intervalo				

### **3.3 Población y muestra de la investigación**

Se pensó en tomar 100 kg de lodos residuales como base principal para la obtención de abono orgánico, a los cuales se dividirán en 3 bloques a los se le añadirán diferentes componentes para optimizar su valor de nutrientes.

#### **a) Muestra**

Se obtuvo de cada tratamiento 30 kg de abono orgánico a los que se les añadió diferentes componentes:

- Tratamiento 1 (20 kg de estiércol + 10 kg de puño de algarrobo)
- Tratamiento 2 (20 kg de poda + 10 kg de puño de algarrobo)
- Tratamiento 3 (20 kg de residuos orgánicos + 10 kg de puño de algarrobo)
- Tratamiento “testigo” 4 (10 kg de lodos residuales)

La población total fue de 190 kg empleados en todos los tratamientos en los diferentes bloques.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El instrumento “Registro de evaluación fisicoquímica y microbiológica” y “Hoja de evaluación organoléptica” los cuales serán evaluados y validados por especialistas de ingeniería.

El instrumento N°1 “Registro de evaluación Fisicoquímica y microbiológica” que llenaron profesionales del área de calidad de SGS del Perú, que conforme señala el inciso 13.1 del Artículo 13 del Resolución Ministerial n° 128-2017-Vivienda. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 22 de junio de 2017. Los biosólidos de Clase A y de Clase B deben cumplir con los siguientes parámetros de toxicidad química tabla N° 5 y de higienización que conforme señala el inciso 14.1 del Artículo 14 del Resolución Ministerial. N° 0128-2017-VIVIENDA, los biosólidos de Clase A y de Clase B deben cumplir con los parámetros de higienización tabla N° 6.

### **3.5 Análisis de Varianzas**

El análisis de varianza (ANOVA) es una fórmula estadística que sirve para comparar las varianzas entre las medias y es utilizado para experimentos con diseño completamente al azar (DCA), considerada una herramienta estadística, que sirve para determinar si existen diferencias estadísticas significativas el cual nos permitirá comparar los resultados que se obtendrán de los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

## Consideraciones para el uso del método ANOVA

Para poder utilizar el método de análisis ANOVA los datos de los tratamientos deben cumplir con dos supuestos: Normalidad y Homogeneidad (con una confiabilidad de 95%). Tras la comprobación de normalidad y homogeneidad, se puede aplicar el método de Análisis de varianza (ANOVA), el cual indica si existe una diferencia significativa. Luego se debe realizar las comparaciones múltiples, dentro del cual, se ve que tanto de diferencias existen entre los tratamientos, se puede constatar cuál de ellos es el que tiene mayores medias o promedios.

### 3.6 Procedimientos

#### 3.5.1 Ubicación

**Figura 1. Planta de tratamiento de agua potable**

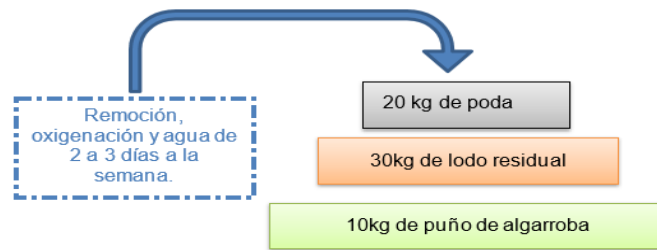


La Universidad Nacional de Piura tiene entre sus instalaciones una PTAP en la cual se realizara el siguiente proyecto de investigación, esta geo referenciada en: 17M 542684.08m E – 9427370.03m S; Urbanización Miraflores S/N, Castilla, 20002; Piura, Perú.

#### 3.5.2 Procedimientos

En el primer tratamiento en el cual se utilizarán 50% de lodo residual, 33.3% de poda y 16.7% de puño de algarroba; se utilizará un espacio de 1m largo x 1m ancho x 0.50m altura; se colocará un plástico negro como base, y se seguirá la misma metodología que el del primer tratamiento.

**Figura 2. Procedimiento base**



Para el segundo tratamiento (T2) se emplearan 50% de lodo residual, 33.3% de material orgánico y 16.7% de puño de algarroba; se utilizara en mismo espacio que el de los otros tratamientos, pero en este se utilizara una técnica llamada “método Takakura” el cual consta de un cultivo de organismos que ayudaran a descomponermás rápido y nos ayudara a obtener en menos tiempo abono orgánico.

Para el tercer tratamiento (T3) en el cual se utilizarán 50% de lodo residual, 33.3%de estiércol y 16.7% de puño de algarroba; se utilizará un espacio de 1m largo x 1m ancho x 0.50m altura; como base se colocará un plástico negro, para la metodología se oxigenará y removerá de 2 a 3 veces por semana y en esa mismaoperación se agregará agua según lo requiera.

a) Características del Método Takakura

- Rápido: Se obtendrá abono orgánico entre 30 a 60 días aproximadamente.
- Fácil: El requisito es solo mezclar los materiales.
- Económico: Se requiere materiales de fácil accesibilidad.
- Preparación de la solución de fermentación.

Hay una vasta lista de microorganismos fermentativos de los cuales se pueden usar, pero para el presente proyecto se utilizará el método de solución salada.

**Figura 3. Microorganismos fermentativos**



Entre 3 a 5 días después se puede apreciar los microorganismos fermentativos que permitirán acelerar el proceso de descomposición, obteniendo el abono orgánico en menos tiempo.

**Figura 4. Solución takakura**



Se mezcla el puño de algarroba y el método takakura formando el lecho de fermentación.

**Figura 5. Mezcla de agregados**



Cuando ya se pueda visualizar los microorganismos se procederá a agregar el lecho fermentativo agregando la solución Takakura.

**Figura 6. Agregado de la solución Takakura**



Se agregará los residuos orgánicos al lecho de fermentación, removiéndose y oxigenándose de 2 a 3 veces a la semana, teniendo en cuenta el % de humedad y la T° de estas.

**Figura 7. Remoción y Oxigenación**





### **3.5.3 Análisis físico químicos y microbiológicos**

La extracción del subproducto residual de PTAP de la UNP se solicita mediante undocumento la cual es una formalidad valiosa para el presente estudio de reaprovechamiento de los biosólidos.

### **3.7 Métodos de análisis de datos**

Se realizan por diferentes métodos en un laboratorio especializado y acreditado. Tras obtener los resultados de los biosólidos provenientes de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura se ha considerado tomar como referencia losparámetros de análisis fisicoquímicos e higienización, de acuerdo a lo establecido enel Decreto Supremo N° 015-2017-VIVIENDA.

### **3.8 Aspectos éticos**

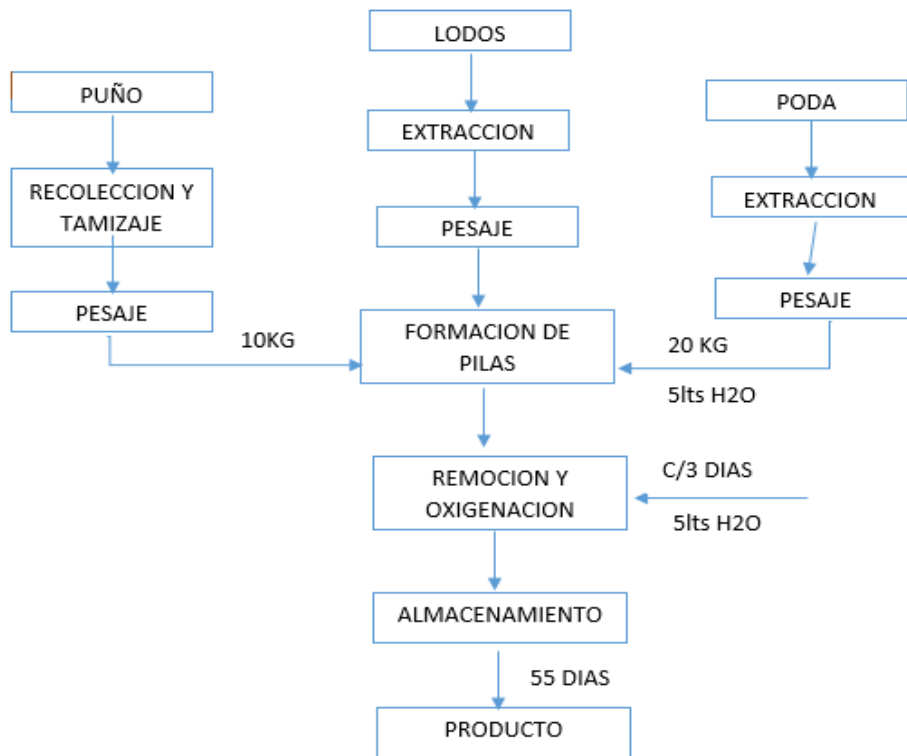
Las normas APA son prioridad para el presente trabajo que es realizado respetando las fuentes de información, así como aspectos éticos de veracidad y autenticidad.

## **IV. RESULTADOS**

Para la elaboración de abono orgánico con base de lodos residuales de la planta de tratamiento de agua potable de la universidad nacional de Piura se tuvieron en cuenta 3 tratamientos diferentes los cuales se describirán en diagrama de bloques según su tratamiento.

## 4.1 Tratamiento I (lodos residuales + poda + puño de algarrobo)

Figura 8. Tratamiento I



### 4.1.1 Análisis fisicoquímicos

#### 4.1.1.1 Cuantificación de materia orgánica

Al adquirir el resultado del análisis de cuantificación de materia orgánica en el tratamiento I (ver ANEXO Figura N°5) se pudo comprobar mediante la normativa que cumple con los parámetros donde la materia orgánica (SV) es menor al 60 % materia seca (ST= 1000,000 mg/kg, 60% de ST = 600,000 mg/kg, SV: 361,005 mg/kg < 60 % de ST: 600,000, 361,1 < 60%. Dando así a entender que la materia orgánica es escasa en el tratamiento I, no llegando a la similitud ni a la aproximación de lo requerido.

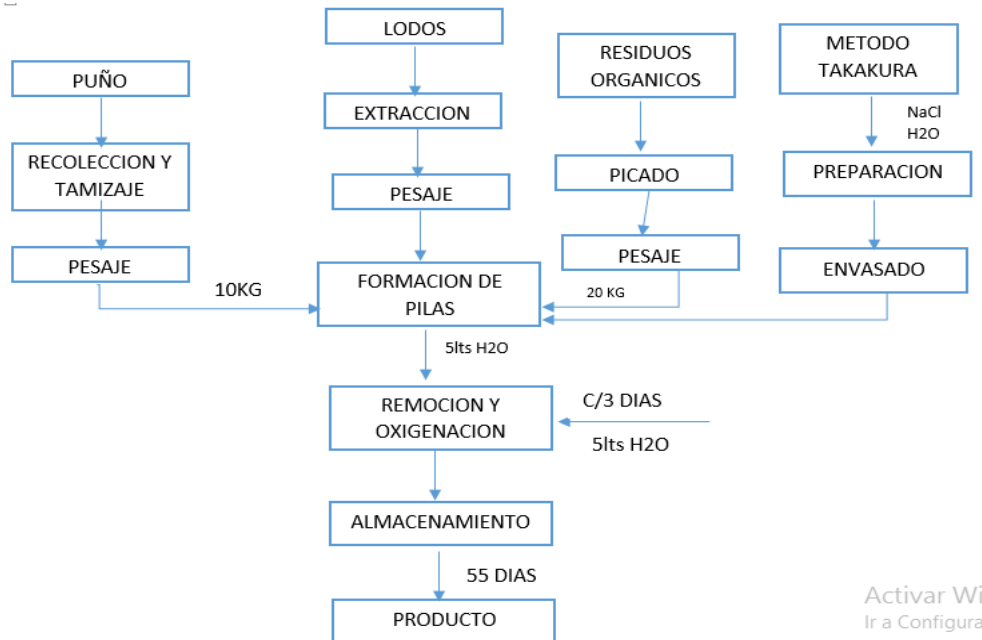
#### 4.1.1.2 Determinación de PH, conductividad eléctrica y temperatura

Determinando los resultados de PH en el tratamiento I (ver ANEXO Figura N° 5), se observó un PH de 5.9 dando como resultado un tratamiento ácido, conductividad eléctrica de 1200 us/cm, Humedad 42,6 % estando dentro del rango sin diferencias, y una temperatura 30.44 °C siendo levemente

elevada, considerando estos datos según la normativa se considera no apto para aplicación como abono orgánico por su acidez en PH.

#### 4.2 Tratamiento II (lodos residuales + residuos orgánicos + método takakura + puño de algarrobo)

Figura 9. Tratamiento II



Activar Wi  
Ir a Configura

#### 4.2.1 Análisis fisicoquímicos

##### 4.2.1.1 Cuantificación de materia orgánica

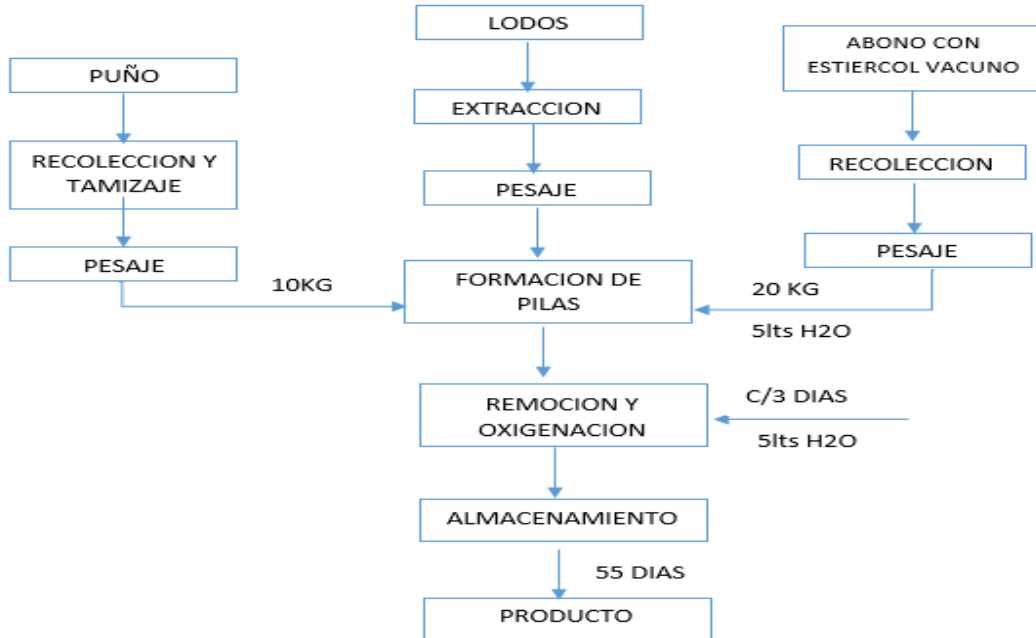
Tras comprobar con la cuantificación de materia orgánica del tratamiento II (ver ANEXO Figura N° 6) se pudo comprobar que cumple con la normativa establecida por lo siguiente, materia orgánica (SV) 583,746 mg/kg < 60% de materia seca (ST:1000.000 mg/kg entonces 60 % = 600,000 mg/kg siendo así: 58,4 % < 60% dando una aproximación de lo establecido según la normativa.

##### 4.2.1.2 Determinación de PH, conductividad eléctrica y temperatura

Tras los resultados de la determinación de PH del tratamiento II (ver ANEXO Figura N°6) se observó un PH = 7,2 definiendo que el tratamiento está dentro del rango neutro, conductividad eléctrica 1305 us/cm, Humedad 50.6% estando dentro del rango sin diferencia alguna y temperatura 31,00 °C, considerando una leve elevación de temperatura, siendo así con los siguientes datos aceptable y apto considerado dentro de la normativa para el uso de abono orgánico.

### 4.3 TRATAMIENTO III (lodos residuales + abono con estiércol vacuno + puño de algarrobo)

Figura 10. Tratamiento III



#### 4.3 Análisis fisicoquímico

##### 4.3.1. 1 Cuantificación de materia orgánica

Mediante la comparación de materia orgánica en el tratamiento III (ver ANEXO Figura N° 7) se determinó según la normativa plantada no cumple con los parametros de comparación, por lo que se excede del % plantado por la normativa respectiva, por lo siguiente: materia orgánica (SV) > 60% De ST (ST= 1000,000 mg/kg), SV = 621,048 mg/kg > 600,000 mg/kg, 62,1% > 60%.

##### 4.3.1.2 Determinación de PH, Conductividad eléctrica y temperatura

Tras los resultados de la determinación de PH en el tratamiento III (ver ANEXO Figura N° 7) se obtiene PH= 6.6 levemente ácida, conductividad eléctrica = 981 Us/cm, con una elevación de humedad = 60,2% y una temperatura de 28.40 °C aceptable, teniendo la recolección de datos se determina mediante la normativa que este tratamiento III (ver ANEXO Figura N° 7) no cumple con los parametros de comparación.

#### **4.4 TRATAMIENTO IV TESTIGO (lodos reiduales)**

Para la siguiente investigación de obtención abono orgánico se tomó en cuenta los análisis de lodo residual adquirido de la planta de tratamiento de agua potable de la Universidad Nacional de Piura, se presentan los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de medio ambiente de la Universidad Nacional de Piura, en la cual se realiza la comparación de los valores máximos establecidos en el decreto supremo N° 105 – 2017 VIVIENDA (ver ANEXOS Tabla N°8, Tabla N°9, Tabla N°10 Tabla N°11).

##### **4.4.1 Análisis fisicoquímicos**

###### **4.4.1.1 Cuantificación de materia orgánica**

Al obtener el resultado del análisis de cuantificación de materia orgánica (ver ANEXO, Tabla N°8) se pudo comprobar que según la normativa de comparación cumple con el estándar establecido donde materia orgánica (SV) es menor al 60 % materia seca (ST), SV: 532,109 mg/kg , ST: 1000 mg/kg, 60% de ST = 600.000 mg/kg, siendo materia orgánica (SV) < 60% de materia seca (ST), 532.109 mg/kg < 600,000, 53.21% < 60%.

###### **4.4.1.2 Análisis PH, Conductividad eléctrica y temperatura**

Tras la comprobación de cuantificación de materia orgánica (ver ANEXOS Tabla N°8) se pudo aplicar el análisis de parámetros en PH, conductividad eléctrica y temperatura (ver ANEXOS Tabla N°9) donde los resultados PH = 5.5, conductividad eléctrica = 1800 us/cm y una temperatura = 29.44 °C.

###### **4.4.1.3 Metales disueltos**

Luego de comparar la normativa (ver ANEXOS Tabla N°5) y muestra de lodo residual (ver ANEXOS Tabla N° 10) de los datos se puede concluir que la muestra está por debajo de los parámetros estipulados en la normativa.

###### **4.4.1.4 Numeración de Escherichia Coli**

Tras la comparación a la normativa (ver ANEXOS Tabla N°6) y análisis de muestra de lodo residual (ver ANEXOS Tabla N°11) de los datos se pudo observar que salmonella sp, (PTAP UNP) 0.691 < 1MNP/10g ST (normativa de comparación), escherichia coli (PTAP – UNP) 8,2 < 1000NMP/ 1g ST.

## **4.5 Análisis organolépticos**

### **4.5.1 Color**

Tras la comparación de la recolección de datos en los tratamientos (T1, T2, T3) (ver ANEXOS Figura N°8, Figura N°9, Figura N°10) se observa que existe una diferencia significativa en los tratamientos, así mismo tras la comparación múltiple se observa que el tratamiento II y tratamiento III tuvieron el mejor ponderado (3 = BUENO) comparándolo con el tratamiento I (2=REGULAR), teniendo así una similitud entre el T2 y T3 con respecto a color en los tratamientos.

### **4.5.2 Aroma**

Una vez comprobados la recolección de datos de los tratamientos ( T1,T2, T3) (ver ANEXOS Figura N°8, Figura N°9, Figura N°10).

En el cual se observa que existe una diferencia significativa en los tratamientos, siendo el tratamiento II que obtuvo mejor puntuación con respecto a aroma con un ponderado de BUENO (3), siguiendo el tratamiento I y tratamiento III, teniendo la puntuación más baja, por lo tanto el tratamiento II es el más próximo a mejor puntuación en cuanto a aroma.

### **4.5.3 Consistencia**

Una vez comprobados la recolección de datos en los diferentes tratamientos (T1, T2, T3) (ver ANEXOS Figura N°8, Figura N°9, Figura N°10) en el cual se observa que el tratamiento II es el que obtuvo mayor puntuación con un ponderado: bueno (3) por encima del tratamiento I (Regular = 2) y tratamiento III (Regular = 2), siendo el mejor en cuanto a consistencia.

### **4.5.4 Tolerancia de defectos**

Tras la comprobación de la recolección de datos de los diferentes tratamientos (T1, T2, T3) (ver ANEXOS Figura N°8, Figura N°9, Figura N°10) en el cual se puede observar que el tratamiento II es el que obtiene mayor puntuación (3 = Bueno) seguido con el tratamiento III y tratamiento I (regular = 2) después de la comparación múltiple se observa que el tratamiento II tiene mayor tolerancia de defectos con respecto a la recolección de datos obtenidos respectivamente.

## V. DISCUSIONES

Se obtuvieron resultados de una muestra tomada de los lodos residuales de la planta de tratamiento de agua potable tomada en el reservorio del mismo análisis que se hicieron en el laboratorio de medio ambiente de la UNP teniendo resultado Figura N°4 y Figura N° 5 las cuales fueron comparadas con la DS 015-2017 VIVIENDA. Teniendo como resultado que en cuantificación de materia orgánica el 53,2% es menor al 60% como lo declara el decreto mencionado.

En Ph, conductividad eléctrica y temperatura los resultados se mantuvieron dentro de los parámetros y los resultados fueron 5.5; 1800 Us/cm y 29.44 °C.

Entre los metales encontrados con mayor contenido fueron Cobre (166.9) y Zinc (420.7) los cuales se encuentran en los químicos que se utilizan para dar tratamiento al agua como Sulfato de cobre pentahidratado (alguicida) y poli cloruro de aluminio (floculador).

Entre la numeración de indicadores de contaminación fecal los parámetros tomados en cuenta fueron Salmonella sp y Escherichia coli, los cuales comparados con la norma tienen como máximo indicador de contaminación en 1NMP/10 g ST y 1000NMP/1g ST respectivamente teniendo como resultado en salmonella sp "0.691" y en numeración de Escherichia coli "8.2" los cuales están dentro de los parámetros establecidos.

Los resultados obtenidos, en cuanto a los indicadores fisicoquímicos en la presente investigación no todos han cumplido, según los parámetros establecidos en el D.S. N°015-2017-VIVIENDA, en el caso de la cuantificación de materia orgánica, el tratamiento 1 tiene 36.1%, siendo el tratamiento 2 el que tuvo mejor resultado con un 58.4%, al igual que el antecedente de Francisco Atencio, Jenny; Ramos Matías, Pedro; Aguirre Yato, Guillermo (2011). Aprovechamiento agrícola del lodo generado en la PTAR de Puente Piedra – Lima. El que tuvo una comparación entre sus tratamientos obteniendo un promedio beneficioso aprovechados para la producción de su bioabono proveyendo una solución sostenible para la gestión de disposición final de los residuos sólidos.

En cuanto a los resultados del Ph, el tratamiento 2 y 3 estuvieron dentro de los parámetros, fluctuando entre 7.2 y 6.6 respectivamente estando cerca de estar con Ph neutro siendo el tratamiento 1 el que estaba lejos de ser neutro estando levemente ácido, sin embargo el tratamiento 3 no cumple con la cuantificación

de materia orgánica, sobrepasando el 60% establecido, siendo sus resultados 62.1%. En cambio los tratamientos 1 y 2 estuvieron dentro del rango establecido con 32,1% y 58,4% respectivamente, estando el tratamiento 2 más cerca del rango óptimo y presentando mejores resultados que los otros tratamientos.

Por otro lado el % de humedad y la temperatura, de los 3 tratamientos están dentro de lo normal, siendo el que obtuvo mejor resultado el tratamiento 2 con un 50.6% de humedad.

Según los resultados de las características organolépticas, se obtuvo sus ponderaciones tras utilizar la escala hedónica de 3 puntos, en el que los jueces entrenados según su criterio ponderaron teniendo en cuenta que: 1 es malo, 2 regular y 3 bueno; en cambio el antecedente Rueda Cumbicus, Alejandra (2017) Adición de stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) para determinar las características del jugo de nopal (*Opuntia ficus-indica*) según NTP.203.110.2009 optó por usar una escala hedónica de 5 puntos, donde: 1 es muy malo, 2 malo, 3 regular, 4 bueno y 5 muy bueno, para tener un mayor rango de especificaciones estadísticas; a diferencia de la presente investigación, ya que no se recurrió a usar esa metodología para poder enfocar este proyecto en la producción de abono orgánico, limitando así la disposición final a su reutilización.

Según los promedios obtenidos en cuanto al color, el promedio más bajo lo obtuvo el tratamiento 1 con ponderación (regular) y el tratamiento 2 obtuvo un promedio de (bueno) al igual que el tratamiento 3.

Según la ponderación de los jueces entrenados del aroma los tratamientos con menor puntuación fueron los tratamientos 1 y 3; el tratamiento 1 obtuvo una puntuación de (1 – 2 – 2) se interpretaría como un resultado “regular”, en cambio el tratamiento 3 obtuvo una puntuación de (2 – 1 – 1) considerado como “malo”, siendo el tratamiento con menos puntuación de los tres, por otro lado, el tratamiento 2 fue el mejor puntuado, ya que los tres jueces coincidieron al ponderarlo con (3 – 3 – 3) considerado como “bueno”

En cuanto a consistencia el tratamiento 1 obtuvo una puntuación mala con (1 – 2 -1) debido a que aún presentaba residuos que no se habían descompuesto por completo, ya que se pudo apreciar que los residuos de poda demoran más en descomponerse, mientras que el tratamiento 2 fue puntuado con (2 – 3 – 3) interpretándose como “bueno”, debido al uso del método takakura, con el que se cultivan microorganismos, los cuales ayudan con la descomposición de la



materia orgánica, obteniendo el compost en menor tiempo que de la manera tradicional, gracias a ello el tratamiento 2 presentó una textura libre de defectos y en cuanto al tratamiento 3 obtuvo una ponderación interpretada como “regular” (2 – 2 – 1) si bien estaba libre de imperfecciones pero aun presentaba exceso de humedad.

La ponderación de tolerancia de defectos, el tratamiento 2 obtuvo mejor promedio, con (3 – 3 – 2) “bueno”, mientras los tratamientos 1 y 3 fueron puntuados como “malo y “regular” correspondientemente.

**Tabla 3. Resultados de los tratamientos**

Tratamientos	Color	Aroma	Consistencia	Tolerancia de defecto	Promedio total
T1	2	1.6	1.3	1.3	1.55
T2	3	3	2.6	2.6	2.8
T3	3	1.3	1.6	1.6	1.88

## VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo abono orgánico a base de lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la UNP en los 3 tratamientos, pero el más eficiente fue el tratamiento 2 que se obtuvo entre los 40 y 50 días con análisis organolépticos aceptables que se pudo aprovechar para un biohuerto y áreas verdes de la misma área donde se hizo el presente trabajo.
- Los resultados que se hicieron a los lodos residuales de la Planta de tratamiento de agua potable de la Universidad nacional de Piura que se compararon con el Decreto Supremo 015-2017 VIVIENDA, fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran en la Figura 5 y Figura 6.
- Según la norma técnica peruana 201.208:2021 FERTIIZANTES, los parámetros que se mantienen para la obtención de abono orgánico son: no debe presentar malos olores; el contenido de humedad debe ser mayor al 35 % y menor de 50 % del peso del producto en base húmeda; el pH debe ser mayor a 6.5 y menor a 8.5; el contenido de materia orgánica presente debe ser igual o mayor al 20 % y menor al 60% y los resultados sacados del

tratamiento 2 el cual obtuvo mejor puntuación por los jueces entrenados y porque sus análisis fueron los más cercanos con la Norma Técnica peruana 201.208:2021 FERTILIZANTES, en los análisis realizados en el laboratorio de medio ambiente de la UNP tuvieron como resultado en cuantificación de materia orgánica: 58,4%; en Ph: 7.2; en conductividad eléctrica el resultado fue: 1305 Us/cm; Humedad: 50,6%; y temperatura: 31 °C.

- Con el abono orgánico que se obtuvo a partir de lodos residuales se empleó en un biohuerto que se implementó en el área donde se realizó la siguiente investigación se cosecho ajíes, camotes, caña, ciruela. También se utilizó para las áreas verdes de la planta de tratamiento de agua potable embelleciendo el gramado.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio microbiológico de cada tratamiento (T1 = lodo residual, poda, puño de algarrobo, T2= lodos residuales, residuos orgánicos “método takakura” y puño de algarrobo, T3= lodo residual, abono de estiércol vacuno y puño de algarrobo) con el fin de evaluar como agregar distintas cantidades de los componentes adheridos a los lodos residuales.
- Realizar análisis de cuantificación de materia orgánica de cada tratamiento (T1 = lodo residual, poda, puño de algarrobo, T2= lodos residuales, residuos orgánicos “método takakura” y puño de algarrobo, T3= lodo residual, abono de estiércol vacuno y puño de algarrobo) con el fin de evaluar como agregar las distintas cantidades de los componentes que complementaran al lodo residual para cumplir con la normativa Decreto Supremo N°015 – 2017 VIVIENDA.
- Llevar a cabo un estudio que evalúe el uso de reguladores naturales de ph para la elaboración de abono orgánico con la reutilización de lodos residuales y pueda cumplir con la normativa D.S N° 015 – 2017 VIVIENDA.
- Elaborar un estudio de mercado de abono orgánico con la reutilización de lodos residuales, para determinar la aceptación de este producto en la región Piura.

## REFERENCIAS

- AGÜERO CRUZ, Andrea. (2019) Tratamiento de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas con la aplicación de la lombricultura en la Compañía Minera Chungar – 2019, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad de Ingeniería. Tesis para el título de Ingeniero ambiental. Cerro de Pasco  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2045/1/T026\\_71530948\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2045/1/T026_71530948_T.pdf)
- Andrade, M. L., Marcet, Purificación., Reyzábal, M. L., & Montero, M. J. (2000). Evolución de nutrientes y productividad en un suelo tratado con lodos residuales urbanos. *Edafología*, 7(3), 21-29.  
<https://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/Volumen%207-3.%20Septiembre%202000.%20pa%2021-29.pdf>
- Calderón de La Cruz Marcelita Del Carmen. (s. f.). Scribd. Análisis comparativo y propuesta de aprovechamiento de los lodos residuales provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Sedapal.  
<https://es.scribd.com/document/436374953/Calderon-de-La-Cruz-Marcelita-Del-Carmen>
- Cardona Mejía, D., & Orozco Alzate, N. (2018). Valorización de los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales.  
<https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2124/1/Daniela%20Cardona%20Mejia.pdf>
- Colín Cruz, A., Ayestarán Hernández, L. M., Gutiérrez Segura, E. E., & Torres Pérez, J. (2014). Nuevas aplicaciones de lodos residuales. Universidad Autónoma Del Estado de México, 1-10.
- FRANCISCO ATENCIO, Jenny; RAMOS MATIAS, Pedro y AGUIRRE YATO, Guillermo. Aprovechamiento agrícola del lodo generado en

la PTAR de Puente Piedra - Lima. Rev. Soc. Quím. Perú [online].  
2011, vol.77, n.1, pp.66-74. ISSN 1810-634X.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2011000100008&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2011000100008&script=sci_abstract)

Mendoza, F. C. (2010). Opciones de valorización de lodos de distintas estaciones depuradoras de aguas residuales. Redalyc.org.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46715742006>

[Minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-015-2017-VIVIENDA.pdf](http://Minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-015-2017-VIVIENDA.pdf)

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (s. f.). Lodos de depuración de aguas residuales. Madrid (España). Recuperado 5 de noviembre de 2022  
<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacionambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/lodos-depuradora/>

Ortiz-Hernández, M. L. (1995). PROPUESTA DE MANEJO DE LOS LODOS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD INDUSTRIAL DEL VALLE DE CUERNAVACA, ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.  
<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/30992>

Reutilización de lodos extraídos en aguas residuales como fertilizantes. (2021, 21 julio). Condorchem Envitech.  
<https://condorchem.com/es/blog/reutilizacion-de-lodos-extraidos-en-aguas-residuales/>

Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 46, 2015

Revista de Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico.(s.f.).

<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/1179/1>  
213

Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 11(2), 105-115.

Zabotto, A. R., Zuñiga, E. A., Machuca, L. M. R., Broetto, F., Ferreira, M. L., & Kanashiro, S. (2019). Uso de lodos residuales como fertilizante en eucalipto - diagnóstico de investigación. *Idesia*, 37(2), 103-108.

<https://doi.org/10.4067/s0718-34292019000200103>

Rodríguez Medina, A. J. (2017). Propuesta para la producción de un abono orgánico partiendo de los lodos residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Colegio Rochester (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6574/1/6121830-2017-02-IQ.pdf>

Rodríguez Muñoz, A. (2017). Uso de lodos residuales con residuos orgánicos para la obtención de compost, San Juan de Lurigancho 2017.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16612/RODRIGUEZ\\_MA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16612/RODRIGUEZ_MA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruiz-Saldaña, A. P., & Quevedo-Moscoso, L. A. (2017). Análisis de los lodos provenientes del proceso de tratamiento de aguas residuales del municipio de Guatavita.

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/734d0ad2-3a67-48b2-b4e5-cdd9f5aa06d7>

Sánchez, J. G. C., Saltos, L. D. B., Obando, M. B. V., & Rizo, H. A. Z. (2020). Alternativas en la estabilización de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMATISSN: 2588-0721*, 5(1), 23-27.

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/2499/2672>

Trejos Vélez, M., Agudelo Cardona, N. (2012). Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa “Comestibles La Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos.

<https://docplayer.es/8266145-Mariana-trejos-velez-natalia-agudelo-cardona.html>

VASQUEZ ALEMAN, Juan; VARGAS MARTINEZ, Gabriela. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Tesis para título de Ingeniero Civil. Repositorio Institucional U. Católica. (s. f.). Recuperado 6 de noviembre de 2022.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo+de+Grado+---+Lodos+Funza.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Parámetro de toxicidad

Mg/kg ST Materia Seca	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Mercurio	Níquel	Zinc
Clase A y Clase B	40	40	1200	1500	400	17	400	2400

FUENTE: R.M. N° 128-2017-VIVIENDA

### Anexo 2. Parámetros de higienización

Indicador	Clase A	Clase B
<b>Indicadores de contaminación fecal</b>	<i>Escherichia coli</i> < 1000 NMP/1g ST O <i>Salmonella</i> sp < 1 NMP/10g ST	El nivel de higienización se puede demostrar con el cumplimiento de los procesos previstos en el Anexo I del del D.S. N° 015-2017-VIVIENDA., en su defecto, mediante alguna de las tecnologías indicadas para la higienización, en la sección B del Anexo N° II del D.S. N° 015-2017-VIVIENDA.
<b>Indicadores de huevos de helmintos</b>	Huevos viables de helmintos < 1/4g ST O Prueba de utilización de tecnologías indicadas para la higienización	

FUENTE: R.M. N° 128-2017-VIVIENDA

### Anexo 3. Recolección de datos

TRATAMIENTOS	ANALISIS ORGANOLEPTICO												OBSERVACIONES
	Color			Aroma			Consistencia			Tolerancia de defectos			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
T1													
T2													
T3													

#### Anexo 4. Cuantificación de materia orgánica

ESTACIÓN PTAP-UNP	NORMATIVA DE COMPARACIÓN	CUMPLE/ NO CUMPLE
RESULTADOS		
Concentración de Materia Orgánica SV: 532,109 Mg/Kg ST: 1000,000 Mg/kg  60% de ST: 600,000 Mg/Kg  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  532.109 Mg/ Kg < 600,000 Mg/Kg  53,21 % < 60%	Concentración de materia Orgánica:  Materia orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  X% (SV) ≤ 60 % ( ST)	<b>CUMPLE</b>

#### Anexo 5. Determinación de PH, conductividad eléctrica y temperatura – Resultados

PARAMETROS	VALOR
PH	5.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1800 Us/Cm
TEMPERATURA	29.44 °C

#### Anexo 6. Parámetros de toxicidad química – Resultados


Resultados	Estación PTAP-UNP	Parámetros	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel	Zinc
		Concentracion (mg/kg)	16.608	10.595	110.931	166.998	125.329	32.631	420.684
NORMATIVA DE COMPARACION		Mg/Kg ST Materia seca	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel	Zinc
		CLASE A y CLASE B	40	40	1200	1500	400	400	2400



## Anexo 7. Parámetros de Higienización – Resultados (ECMUG)


PARAMETROS	RESULTADOS	NORMATIVA DE COMPARACIÓN	
	Estación PTAP-UNP	INDICADOR	CLASE A
Salmonella sp	<0.691	Indicadores de contaminación fecal	Salmonella sp. <1NMP/10 g ST
Numeración de Escherichia coli	8.2		Escherichia coli <1000NMP/1g ST

## Anexo 8. Resultado de Laboratorio (lodos)



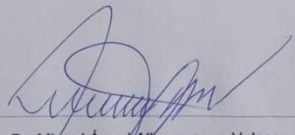
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE**

*Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al Ambiente... Generamos Futuro*



---

**PRODUCTO :** Lodos  
**MUESTRA :** Muestra Recepcionada en el Laboratorio Medio Ambiente.  
**VOLUMEN DE MUESTRA:** 1 Litro.  
**ORIGEN DEL PRODUCTO:** Reservorio de Planta de Agua- UNP  
**DIRECCION:** Ciudad Universitaria S/N.  
**AUTORIZADO:** Dr. Miguel Ángel Alburquerque Velasco.  
**FECHA DE REALIZACION**  
**DE ANALISIS:** 06/02/2023.



Dr. Miguel Ángel Alburquerque Velasco.  
JEFE DEL AREA DE CALIDAD DEL AGUA DEL  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE.

## Anexo 9. Resultados de Laboratorio (Iodos)



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE

*Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al  
Ambiente...Generamos Futuro*



#### 1.- CUANTIFICACION DE MATERIA ORGANICA. PARAMETROS DE ESTABILIZACION-RESULTADOS.

ESTACION PTAP-UNP RESULTADOS	NORMATIVA DE COMPARACION	CUMPLE
		NO CUMPLE
Concentración de Materia Orgánica SV: 532,109 Mg/Kg ST: 1000,000 Mg/kg  60% de ST: 600,000 Mg/Kg  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  532.109 Mg/ Kg < 600,000 Mg/Kg  53,21 % < 60%	Concentración de materia Orgánica:  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  X% (SV) ≤ 60 % ( ST)	<b>CUMPLE</b>

#### 2.- DETERMINACION DE PH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA.

PARAMETROS	VALOR
PH	5.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1800 Us/Cm
TEMPERATURA	29.44 °C

Campus Universitario S/N Miraflores-castilla-Piura Telf:969535017  
Dpalominop@unp.edu.pe  
E-mail: laboratoriodemedioambiente-unp@outlook.com

## Anexo 10. Resultado de Laboratorio (Iodos)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE

"Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al Ambiente...Generamos Futuro"



### 3.-METALES DISUELTOS.

#### PARAMETROS DE TOXICIDAD QUIMICA -RESULTADOS.

RESULTADOS	Estación PTAP- UNP	Parámetros	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel	Zinc
		Concentraciones (Mg/Kg)	16.608	10.595	110.931	166.998	125.329	32.631	420.684
NORMATIVA DE COMPARACION.		Mg/Kg ST Materia seca	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Níquel	Zinc
		CLASE A Y CLASE B	40	40	1200	1500	400	400	2400

### 4.-NUMERACION DE E. COLI (ECMUG)

PARAMETROS	RESULTADOS	NORMATIVA DE COMPARACION	
	Estación PTAP-UNP	INDICADOR	CLASE A
Salmonella sp	<0.691	Indicadores de contaminación fecal	Salmonella sp. <1NMP/10 g ST
Numeración de Escherichia coli	8.2		Escherichia coli <1000NMP/1g ST

Campus Universitario S/N Miraflores-castilla-Piura Telf:969535017

Dpalominop@unp.edu.pe

E-mail: laboratoriodemedioambiente-unp@outlook.com

## Anexo 11. Resultado de laboratorio (compost)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE  
"Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al  
Ambiente...Generamos Futuro"



PRODUCTO : Abono orgánico "Compost"  
MUESTRA : Muestra Recepcionada en el  
Laboratorio Medio Ambiente.  
VOLUMEN DE MUESTRA: 3 Kilogramos  
ORIGEN DEL PRODUCTO: UO - PTAP - UNP  
DIRECCION: Ciudad Universitaria S/N.  
AUTORIZADO: Dr. Miguel Ángel Alburquerque Velasco.  
FECHA DE REALIZACION  
DE ANALISIS: 08/02/2023.

Dr. Miguel Ángel Alburquerque Velasco.  
JEFE DEL AREA DE CALIDAD DEL AGUA DEL  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE.

## Anexo 12. Resultado de laboratorio (compost)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE



"Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al  
Ambiente...Generamos Futuro"

PRIMERA MUESTRA (TRATAMIENTO I) – Lodos, poda y puño de algarrobo

### 1.- CUANTIFICACION DE MATERIA ORGANICA.

PARAMETROS DE ESTABILIZACION-RESULTADOS.

ESTACION PTAP-UNP	NORMATIVA DE COMPARACION	CUMPLE
RESULTADOS		NO CUMPLE
Concentración de Materia Orgánica SV: 361,005 Mg/Kg ST: 1000,000 Mg/kg  60% de ST: 600,000 Mg/Kg  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  361,005 Mg/ Kg < 600,000 Mg/Kg  36,1 % < 60%	Concentración de materia Orgánica:  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  X% (SV) ≤ 60 % ( ST)	CUMPLE

### 2.- DETERMINACION DE PH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA.

PARAMETROS	VALOR
PH	5.9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1200 Us/Cm
HUMEDAD	42.6 %
TEMPERATURA	30.44 °C

Campus Universitario S/N Miraflores-castilla-Piura Telf:969535017  
Dpalominop@unp.edu.pe  
E-mail: laboratoriodemedioambiente-unp@outlook.com

## Anexo 13. Resultado de laboratorio (compost)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE



"Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al  
Ambiente...Generamos Futuro"

SEGUNDA MUESTRA (TRATAMIENTO II) – Lodos, Residuos orgánicos "método takakura" y puño de algarrobo

1.- CUANTIFICACION DE MATERIA ORGANICA.

PARAMETROS DE ESTABILIZACION-RESULTADOS.

ESTACION PTAP-UNP	NORMATIVA DE COMPARACION	CUMPLE
RESULTADOS		NO CUMPLE
Concentración de Materia Orgánica SV: 583,746 Mg/Kg ST: 1000,000 Mg/kg  60% de ST: 600,000 Mg/Kg  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  583.746 Mg/ Kg < 600,000 Mg/Kg  58,4 % < 60%	Concentración de materia Orgánica:  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca ( ST)  X% (SV) ≤ 60 % ( ST)	CUMPLE

2.- DETERMINACION DE PH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA.

PARAMETROS	VALOR
PH	7.2
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	1305 Us/Cm
HUMEDAD	50.6%
TEMPERATURA	31.00 °C

Campus Universitario S/N Miraflores-castilla-Piura Telf:969535017  
Dpalominop@unp.edu.pe  
E-mail: laboratoriodemedioambiente-unp@outlook.com

## Anexo 14. Resultado de laboratorio (compost)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE



"Generamos Conocimiento, Tecnología y Amor al  
Ambiente...Generamos Futuro"

TERCERA MUESTRA (TRATAMIENTO III) – Lodos, Abono de estiércol vacuno y puño de algarrobo

1.- CUANTIFICACION DE MATERIA ORGANICA.

PARAMETROS DE ESTABILIZACION-RESULTADOS.

ESTACION PTAP-UNP	NORMATIVA DE COMPARACION	CUMPLE
RESULTADOS		NO CUMPLE
Concentración de Materia Orgánica SV: 621,048 Mg/Kg ST: 1000,000 Mg/kg  60% de ST: 600,000 Mg/Kg  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca (ST)  621,048 Mg/ Kg < 600,000 Mg/Kg  62,1 % > 60%	Concentración de materia Orgánica:  Materia Orgánica (SV) ≤ 60 % de materia seca (ST)  X% (SV) ≤ 60 % (ST)	NO CUMPLE

2.- DETERMINACION DE PH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y TEMPERATURA.

PARAMETROS	VALOR
PH	6.6
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	981 Us/Cm
HUMEDAD	60.2 %
TEMPERATURA	28.40 °C

Campus Universitario S/N Miraflores-castilla-Piura Telf:969535017  
Dpalominop@unp.edu.pe  
E-mail: laboratoriodemedioambiente-unp@outlook.com

## Anexo 15. Evaluación por expertos semi calificados

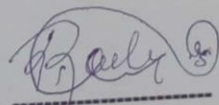
### RECOLECCION DE DATOS

Yo, Luis Enrique Rueda Sandoval, con DNI  
 N° 25829945 ostento el grado de Ing. Agrónomo y ejerzo  
 la carrera profesional en Ingeniería de Agronomía encargado /  
 laboro de ---

Según su criterio marque con una "X" en el casillero correspondiente; 1 malo, 2 regular, 3 bueno.

TRATAMIENTOS	ANALISIS ORGANOLEPTICO												OBSERVACIONES
	COLOR			AROMA			CONSISTENCIA			TOLERANCIA DE DEFECTOS			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
T1		X			X			X		X			
T2			X			Y			X			X	
T3			X	X				X		X			

LEYENDA	
1	MALO
2	REGULAR
3	BUENO



LUIS ENRIQUE  
 RUEDA SANDOVAL  
 Ingeniero Agrónomo  
 CIP N°206159



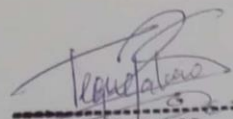
## Anexo 16. Evaluación por expertos semi caificados

### RECOLECCION DE DATOS

Yo, Gian Carlo Teque Palacios con DNI  
 N° 48395585 ostento el grado de Ing. Industrial y ejerzo  
 la carrera profesional en Ingeniería Industrial encargado /  
 laboro de -----  
 Según su criterio marque con una "X" en el casillero correspondiente; 1  
 malo, 2 regular, 3 bueno.

TRATAMIENTOS	ANALISIS ORGANOLEPTICO												OBSERVACIONES
	COLOR			AROMA			CONSISTENCIA			TOLERANCIA DE DEFECTOS			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
T1		X		X			X				X		
T2			X			X		X				X	
T3			X	X				X			X		

LEYENDA	
1	MALO
2	REGULAR
3	BUENO

  
 -----  
**GIAN CARLOS**  
**TEQUE PALACIOS**  
 Ingeniero Industrial  
 CIP N° 262676


## Anexo 17. Evaluación por expertos semi calificados

### RECOLECCION DE DATOS

Yo, Alejandra Stephany Rueda Cumbicus, con DNI N° 48501995  
 ostento el grado de Ingeniera Industrial y ejerzo la carrera  
 profesional en Ingeniería Industrial encargada de Planta de elaboración  
de Residuos Sólidos y Líquidos Municipales de la Municipalidad Provincial de Piura.  
 Según su criterio marque con una "X" en el casillero correspondiente; 1  
 malo, 2 regular, 3 bueno.

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS ORGANOLEPTICO												OBSERVACIONES	
	COLOR			AROMA			CONSISTENCIA			TOLERANCIA DE DEFECTOS				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
T1		X			X		X			X				Presenta residuos de plástico al estar en un recipiente.
T2			X			X			X		X			
T3			X	X			X					X		

LEYENDA	
1	MALO
2	REGULAR
3	BUENO

  
 -----  
 ALEJANDRA STEPHANY  
 RUEDA CUMBICUS  
 Ingeniera Industrial  
 CIP N° 234707

## Anexo 18 ANOVA para determinación de PH

<b>Factores inter-sujetos</b>		
		N
Tratamiento	1,00	4
s	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4

## Anexo 19 Estadísticos descriptivos (Ph)

Variable dependiente: Ph

Tratamiento s	Desv.		N
	Media	Desviación	
1,00	5,7250	,38622	4
2,00	7,1250	,22174	4
3,00	6,3500	,44347	4
4,00	5,1000	,14142	4
Total	6,0750	,82664	16

## Anexo 19 Prueba de homogeneidad de varianzas para determinar el uso de Tukey o Duncan (Ph)

<b>Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup></b>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ph	Se basa en la media	2,000	3	12	,168
	Se basa en la mediana	1,731	3	12	,214
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,731	3	8,052	,237
	Se basa en la media recortada	1,996	3	12	,168

\*Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

Los resultados de la tabla de homogeneidad de varianzas indican que el valor de significancia (Sig.) para la variable Ph es mayor a 0.05. En consecuencia, podemos concluir que se debe aceptar la hipótesis nula, lo que implica que las varianzas entre los grupos de cada tratamiento son estadísticamente iguales.

## ANOVA de PH

### Anexo 20 Pruebas de efectos inter-sujetos (Ph)

Variable dependiente: Ph

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9,005 <sup>a</sup>	3	3,002	28,932	,000
Intersección	590,490	1	590,490	5691,470	,000
Tratamientos	9,005	3	3,002	28,932	,000
Error	1,245	12	,104		
Total	600,740	16			
Total corregido	10,250	15			

a. R al cuadrado = ,879 (R al cuadrado ajustada = ,848)

Los resultados obtenidos en la tabla de prueba de efectos (ANOVA) revelan que hay una significancia estadística entre los tratamientos evaluados, con un valor de p igual a 0.000, el cual es claramente menor a 0.05. Esto indica que, a nivel de los tratamientos, al menos uno de ellos tiene una diferencia media superior a los demás.

## Diferencias de medias para PH y determinación de tratamiento más efectivo

### Anexo 21 Comparaciones múltiples (Ph)

Variable dependiente: Ph

	(I) Tratamien os	(J) Tratamien os	Diferencia de medias (I- J)		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD	1,00	2,00	-1,4000*	,22776	,000	-2,0762	-,7238	
Tukey		3,00	-,6250	,22776	,073	-1,3012	,0512	
		4,00	,6250	,22776	,073	-,0512	1,3012	
	2,00	1,00	1,4000*	,22776	,000	,7238	2,0762	
		3,00	,7750*	,22776	,023	,0988	1,4512	
		4,00	2,0250*	,22776	,000	1,3488	2,7012	
	3,00	1,00	,6250	,22776	,073	-,0512	1,3012	
		2,00	-,7750*	,22776	,023	-1,4512	-,0988	
		4,00	1,2500*	,22776	,001	,5738	1,9262	
	4,00	1,00	-,6250	,22776	,073	-1,3012	,0512	
		2,00	-2,0250*	,22776	,000	-2,7012	-1,3488	
		3,00	-1,2500*	,22776	,001	-1,9262	-,5738	

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,104.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Con base en los resultados obtenidos, donde los tratamientos presentan una homogeneidad en términos de varianza y se observa una significancia entre ellos, se utilizó la prueba de Tukey. Esta prueba nos permite identificar que, efectivamente, el tratamiento T2 tiene una media superior a los tratamientos T1, T3 y T4. Por lo tanto, podemos concluir que el tratamiento T2 para el Ph muestra un rendimiento promedio superior en comparación con los otros tratamientos.

## Anexo 22 ANOVA para determinación de conductividad eléctrica

<b>Factores inter-sujetos</b>		
		N
Tratamiento	1,00	4
s	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4

## Anexo 23 Estadísticos descriptivos de conductividad eléctrica

Variable dependiente: Conductividad\_electrica

Tratamiento	Media	Desv. Desviación	N
1,00	1205,500	4,43471	4
	0		
2,00	1304,750	2,06155	4
	0		
3,00	958,7500	28,06392	4
4,00	1783,250	84,98382	4
	0		
Total	1313,062	311,67408	16
	5		

**Prueba de homogeneidad de varianzas para determinar el uso de tukey o Duncan**

**Anexo 24 Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup> (conductividad eléctrica)**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conductividad_ electrica	Se basa en la media	3,964	3	12	,085
	Se basa en la mediana	3,430	3	12	,052
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,430	3	3,332	,155
	Se basa en la media recortada	3,913	3	12	,087

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Conductividad\_electrica

b. Diseño : Intersección + Tratamientos

Los resultados de la tabla de homogeneidad de varianzas indican que el valor de significancia (Sig.) para la variable conductividad eléctrica es mayor a 0.05. En consecuencia, podemos concluir que se debe aceptar la hipótesis nula, lo que implica que las varianzas entre los grupos de cada tratamiento son estadísticamente iguales.

## ANOVA de conductividad eléctrica

### Anexo 25 Pruebas de efectos inter-sujetos (conductividad eléctrica)

Variable dependiente: Conductividad\_electrica

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	1433009,68	3	477669,896	237,832	,000
Modelo corregido	8 <sup>a</sup>				
Intersección	27586130,0	1	27586130,0	13735,12	,000
	63		63	0	
Tratamientos	1433009,68	3	477669,896	237,832	,000
	7				
Error	24101,250	12	2008,438		
Total	29043241,0	16			
	00				
Total corregido	1457110,93	15			
	8				

a. R al cuadrado = ,983 (R al cuadrado ajustada = ,979)

Los resultados obtenidos en la tabla de prueba de efectos (ANOVA) revelan que hay una significancia estadística entre los tratamientos evaluados, con un valor de p igual a 0.000, el cual es claramente menor a 0.05. Esto indica que, a nivel de los tratamientos, al menos uno de ellos tiene una diferencia media superior a los demás.

### Diferencias de medias para conductividad eléctrica y determinación de tratamiento más efectivo

#### Anexo 26 Comparaciones múltiples (conductividad eléctrica)

Variable dependiente: Conductividad\_electrica

	(I) Tratamien tos	(J) Tratamient os	Diferenci a de		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
HSD	1,00	2,00	-99,2500*	31,689	,038	-	-5,1673
Tukey				41		193,3327	



	3,00	246,7500*	31,689 41	,000	152,6673	340,8327
	4,00	-	31,689 41	,000	-	-
		577,7500*			671,8327	483,6673
2,00	1,00	99,2500*	31,689 41	,038	5,1673	193,3327
	3,00	346,0000*	31,689 41	,000	251,9173	440,0827
	4,00	-	31,689 41	,000	-	-
		478,5000*			572,5827	384,4173
3,00	1,00	-	31,689 41	,000	-	-
		246,7500*			340,8327	152,6673
	2,00	-	31,689 41	,000	-	-
		346,0000*			440,0827	251,9173
	4,00	-	31,689 41	,000	-	-
		824,5000*			918,5827	730,4173
4,00	1,00	577,7500*	31,689 41	,000	483,6673	671,8327
	2,00	478,5000*	31,689 41	,000	384,4173	572,5827
	3,00	824,5000*	31,689 41	,000	730,4173	918,5827

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 2008,438.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Con base en los resultados obtenidos, donde los tratamientos presentan una homogeneidad en términos de varianza y se observa una significancia entre ellos, se utilizó la prueba de Tukey. Esta prueba nos permite identificar que, efectivamente, el tratamiento T4 tiene una media superior a los tratamientos T1, T2 y T3. Por lo tanto, podemos concluir que el tratamiento T4 para la conductividad

eléctrica muestra un rendimiento promedio superior en comparación con los otros tratamientos.

### Anexo 27 ANOVA para determinación de temperatura

Factores inter-sujetos		
		N
Tratamientos	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4

### Anexo 27 Estadísticos descriptivos

(temperatura)

Variable dependiente: Temperatura

Tratamientos	Desv.		N
	Media	Desviación	
1,00	30,3750	1,06262	4
2,00	30,5500	1,48212	4
3,00	28,6025	,43515	4
4,00	29,1275	,18081	4
Total	29,6638	1,19622	16

Prueba de homogeneidad de varianzas para determinar el uso de tukey o Duncan

### Anexo 28 Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>

(temperatura)

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura	Se basa en la media	5,810	3	12	,061
	Se basa en la mediana	4,464	3	12	,085

Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,464	3	5,043	,070
Se basa en la media recortada	5,789	3	12	,081

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

- a. Variable dependiente: Temperatura
- b. Diseño : Intersección + Tratamientos

Los resultados de la tabla de homogeneidad de varianzas indican que el valor de significancia (Sig.) para la variable temperatura es mayor a 0.05. En consecuencia, podemos concluir que se debe aceptar la hipótesis nula, lo que implica que las varianzas entre los grupos de cada tratamiento son estadísticamente iguales.

### ANOVA de temperatura

#### Anexo 29 Pruebas de efectos inter-sujetos (temperatura)

Variable dependiente: Temperatura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10,821 <sup>a</sup>	3	3,607	4,066	,033
Intersección	14079,009	1	14079,009	15873,136	,000
Tratamientos	10,821	3	3,607	4,066	,033
Error	10,644	12	,887		
Total	14100,473	16			
Total corregido	21,464	15			

a. R al cuadrado = ,504 (R al cuadrado ajustada = ,380)

## Diferencias de medias para temperatura y determinación de tratamiento más efectivo

### Anexo 30 Comparaciones múltiples (temperatura)

Variable dependiente: Temperatura

	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD	1,00	2,00	-,1750	,66595	,993	-2,1521	1,8021
Tukey		3,00	1,7725	,66595	,084	-,2046	3,7496
		4,00	1,2475	,66595	,289	-,7296	3,2246
	2,00	1,00	,1750	,66595	,043*	-1,8021	2,1521
		3,00	1,9475	,66595	,045*	-,0296	3,9246
		4,00	1,4225	,66595	,030*	-,5546	3,3996
	3,00	1,00	-1,7725	,66595	,084	-3,7496	,2046
		2,00	-1,9475	,66595	,054	-3,9246	,0296
		4,00	-,5250	,66595	,858	-2,5021	1,4521
	4,00	1,00	-1,2475	,66595	,289	-3,2246	,7296
		2,00	-1,4225	,66595	,197	-3,3996	,5546
		3,00	,5250	,66595	,858	-1,4521	2,5021

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,887.

Con base en los resultados obtenidos, donde los tratamientos presentan una homogeneidad en términos de varianza y se observa una significancia entre ellos, se utilizó la prueba de Tukey. Esta prueba nos permite identificar que, efectivamente, el tratamiento T2 tiene una media superior a los tratamientos T1, T3 y T4. Por lo tanto, podemos concluir que el tratamiento T2 para la temperatura muestra un rendimiento promedio superior en comparación con los otros tratamientos.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO ZEVALLOS WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "OBTENCION DE ABONO ORGANICO DE LODOS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.

", cuyos autores son LAMADRID RAMOS BRIAN EDUARDO, RAMIREZ RAMOS ALVARO JOAQUIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 06 de Abril del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO ZEVALLOS WILFREDO <b>DNI:</b> 45571102 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8659-1715	Firmado electrónicamente por: TTELLOZE el 17-04- 2023 11:40:16

Código documento Trilce: TRI - 0540837