



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Compostaje con el método Takakura para reducción de residuos orgánicos del Pueblo
Joven San Borja

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Br. Zavala Sandoval Renato Andre (ORCID: 0000-0002-2356-9596)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conservación y gestión de los recursos naturales

Chiclayo - Perú

2019

Página del jurado

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico a mi madre y a mi hermano que con su apoyo, confianza y ejemplo pude seguir con mis estudios, cumplir con mis objetivos como persona y estudiante.

A mi madre por estar siempre apoyándome en todo momento, por hacerme una mejor persona, por todo su amor y por todos los sacrificios que hizo por mí y por mi hermano para que pudiéramos estudiar una carrera profesional.

Agradecimiento

A mi familia por brindarme siempre su apoyo incondicional y por enseñarme que con sacrificio todo se puede lograr.

A la Asociación Civil Centro Esperanza por recibirme con los brazos abiertos para la realización de mis prácticas pre profesionales, apoyarme en mi realización de tesis y por todas las experiencias que me han podido otorgar.

A mis amigos y docentes que siempre me acompañaron a lo largo de todos estos años en la universidad y me dieron una base sólida para desenvolverme en muchos papeles que llegare a desempeñar.

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD

Yo, Renato Andre Zavala Sandoval, bachiller de la carrera profesional de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental en la Universidad Cesar Vallejo identificado con DNI N° 73041501, con la tesis titulada "Compostaje con el método Takakura para reducción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja". Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es mi autoría.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente 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 de LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Chiclayo, 16 de diciembre de 2019



ZAVALA SANDOVAL RENATO ANDRE
DNI: 73041501

Índice

Carátula	i
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	2
1.3. Teorías relacionadas al tema	4
1.3.1. Compostaje.....	4
1.3.2. Método Takakura.....	8
1.3.3. Reducción de residuos orgánicos.....	9
1.4. Justificación del problema	10
1.5. Hipótesis	11
1.6. Objetivos.....	11
1.6.1. Objetivo general.....	11
1.6.2. Objetivos específicos	11
II. MÉTODO	11
2.1. Diseño de investigación	11
2.2. Operacionalización de variables.....	12
2.3. Población y muestra.....	14
III. RESULTADOS	20
3.1. Compostaje.....	20
3.1.1. Ph.....	20
3.1.2. Conductividad eléctrica.....	23
3.1.3. Humedad	26
3.1.4. Temperatura.....	27
3.1.5. Materia orgánica	29
3.2. Estudio de caracterización.....	32

IV. DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS.....	39
Anexo 01. Tabla de formato de registro de viviendas participantes en el estudio de caracterización.	39
Anexo 02. Tabla de logística requerida durante el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales.....	40
Anexo 03. Tabla de requerimientos logísticos para el estudio de caracterización.	41
Anexo 04. Tabla de presupuesto de estudio de caracterización de residuos sólidos municipales	42
Anexo 05. Tabla de registro de peso diario/domiciliario	43
Anexo 06. Tabla de clasificación de residuos sólidos.....	44
Anexo 07. Tabla de composición de residuos sólidos del pueblo joven San Borja.	45
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	51
REPORTE DE TURNITIN	52
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	
53	
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	54

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de análisis de Ph	20
Tabla 2. Coeficientes de modelo de regresión Ph.....	21
Tabla 3. Tabla de ANOVA de Ph	22
Tabla 4. Resultados análisis de Conductividad Eléctrica	23
Tabla 5. Validación de datos de Conductividad Eléctrica	24
Tabla 6. Coeficientes de modelo de regresión de Conductividad Eléctrica	24
Tabla 7. ANOVA Conductividad eléctrica.....	25
Tabla 8. Datos de Humedad	26
Tabla 9. Datos de la Temperatura	27
Tabla 10. Modelo estadístico de Temperatura	28
Tabla 11. Coeficientes de modelo de regresión de Temperatura	28
Tabla 12. ANOVA de Temperatura	28
Tabla 13. Datos de materia orgánica.....	29
Tabla 14. Coeficientes de modelo de regresión de la materia orgánica	30
Tabla 15. ANOVA Materia Orgánica	30
Tabla 16. Cuadro de normalidad de materia orgánica.....	30
Tabla 17. Primer estudio de caracterización de residuos.....	32
Tabla 18. Resultados del primer estudio de caracterización de residuos	32
Tabla 19. Segundo estudio de caracterización de residuos.....	32
Tabla 20. Resultados del segundo estudio de caracterización de residuos.....	32

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de Ph.....	21
Figura 2. Curva de regresión del modelo estadístico de pH.....	22
Figura 3. Evolución Conductividad Eléctrica.....	23
Figura 4. Curva de regresión de Conductividad Eléctrica.....	25
Figura 5. Control de humedad	26
Figura 6. Evolución de temperatura.....	27
Figura 7. Curva de evolución de temperatura.....	29
Figura 8. Evolución de materia orgánica	31
Figura 9. Curva de evolución de materia orgánica	31
Figura 10. Recolección de residuos	46
Figura 11. Separación de residuos por su clasificación	46
Figura 12. Residuos orgánicos.....	47
Figura 13. Preparado de soluciones	47
Figura 14. Armado de cajas composteras.....	48
Figura 15. Validación INIA.....	49
Figura 16. Matriz de consistencia	50

RESUMEN

La generación de residuos en el pueblo joven San Borja es el problema que más afecta a los pobladores de la zona, ya que el camión municipal de José Leonardo Ortiz no llega a recoger estos residuos por la lejanía de la zona, dando así una no disposición de estos, emanando fuertes olores y perjudicando paisajísticamente ya que los residuos llegan a terminar al costado de la carretera en forma de montículos.

Se hizo un estudio de caracterización para saber cuánto generaba cada persona y se monitoreó el proceso de compostaje ya que este se usó como alternativa de solución. El diseño de la investigación fue no experimental y no probabilístico. En el estudio de caracterización se procedió a recoger los residuos de la población perteneciente a la manzana escogida durante 5 días seguidos, estos residuos fueron analizados en un terreno vacío sobre un material que protegiera el suelo, los residuos fueron separados según su clasificación y pesados. El compostaje se realizó en una caja de madera fabricada con materiales de la zona, de un tamaño de 0.5x 0.8x 0.8m y plastificada para que estuviera protegida de la intemperie, luego se procedió a preparar las soluciones dulce y salada, posteriormente la pila del compost donde se degradarían los residuos. El compost se analizó semanalmente durante los 54 días que duro todo el proceso de compostaje. Los parámetros analizados fueron temperatura, Ph, conductividad eléctrica, materia orgánica y relación carbono / nitrógeno. Se realizaron análisis de regresión en el programa SPSS.

Los resultados de la caracterización antes y después del estudio fue de 342.85gr y 168.57 gr respectivamente. Mientras que el compost obtenido presento una temperatura de 22.3°C, conductividad eléctrica, pH 6.23, materia orgánica de 14.1 % y una humedad de 62%.

Palabras claves: estudio de caracterización de residuos, compostaje, residuos sólidos.

ABSTRACT

The generation of waste in the young town of San Borja is the problem that most affects the inhabitants of the area, since the municipal truck of José Leonardo Ortiz does not get to collect this waste because of the distance of the area, thus giving a non-disposition of these emanating strong odors and damaging landscaping since the waste ends up on the side of the road in the form of mounds.

A characterization study was done to know how much each person generated and the composting process was monitored since it was used as an alternative solution. The design of the research was non-experimental and non-probabilistic. In the characterization study we proceeded to collect the residues of the population belonging to the chosen apple for 5 days in a row, these residues were analyzed in an empty plot on a material that protected the soil, the residues were separated according to their classification and weighed. Composting was carried out in a wooden box made with local materials, 0.5x 0.8x 0.8m in size and plasticised to be protected from the weather, then proceeded to prepare the sweet and salty solutions, then the pile of the compost where the waste would be degraded. The compost was analyzed weekly during the 54 days that the entire composting process lasted. The parameters analyzed were temperature, pH, electrical conductivity, organic matter and carbon / nitrogen ratio. Regression analyzes were performed in the SPSS program.

The results of the characterization before and after the study were 342.85gr and 168.57 gr respectively. While the compost obtained presented a temperature of 22.3 ° C, electrical conductivity, pH 6.23, organic matter of 14.1% and humidity of 62%.

Keywords: waste characterization study, composting, solid waste.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A la fecha el pueblo joven San Borja ubicado en la carretera Chiclayo – Ferreñafe y perteneciente al distrito de José Leonardo Ortiz presenta los problemas de recojo de basura y el servicio de agua potable; referente al servicio de recojo de basura por parte de la municipalidad de José Leonardo Ortiz no está presente en ninguna de sus funciones, el pueblo joven no cuenta con un sistema de tratamiento de residuos dando a esto un problema aun mayor por la proliferación de enfermedades, presencia de roedores en la zona y brote de plagas.

Como se sabe en José Leonardo Ortiz se generan 107.117 tn/día en residuos domiciliarios según el estudio de caracterización de residuos sólidos de la municipalidad de José Leonardo Ortiz en el 2014; siendo el 55.84% perteneciente a residuos orgánicos.

La reducción de residuos orgánicos en el pueblo joven San Borja se dará de con la minimización de los mismos por uso técnicas o métodos para poder degradar o transformar la materia orgánica en un nuevo producto; mediante la producción de microorganismos por acción de cambios de temperatura, ph, otros factores físicos y químicos.

El método de compostaje Takakura se caracteriza por ser una técnica de compostaje que no requiere mucho trabajo, y que el tiempo de producción de compost por este método no es mayor a 3 meses, este compost luego puede usarse en diferentes tipos de cultivo; es por eso que esta técnica es una buena opción para la reducción de residuos orgánicos.

1.2. Trabajos previos

ILIQUN, R. 2014. En la presente investigación se estudió la producción de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos Takakura y Em-compost, para poder dar una solución a la contaminación por empresas agroindustriales por los restos orgánicos que dejan durante su proceso productivo.

Se instalaron camas composteras de 1.3 x 0.8 m, en las cuales se adicionaron los residuos generados y se aplicaron estos métodos (Em-compost y Takakura) juntamente con una muestra testigo, para un experimento factorial tipo 3Ax3B con un diseño completamente aleatorizado de 3 repeticiones, que pueda determinar cuál de los métodos es más efectivos, también su rendimiento y tiempo de maduración. En determinados días también se sacaron muestras (21, 45, 70 y 223 días) para lograr ver su comportamiento durante la maduración del compost y determinar características fisicoquímicas. Se efectuó la prueba de Dunnet al 95% de confianza, para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos; los datos se procesaron en el programa SPSS 15.

El mejor tiempo de maduración lo obtuvo el método Takakura con un tiempo promedio de 57.67 días, pero sin diferencia significativa, ya que con el Em-compost se obtuvo un tiempo promedio de 62 días. Además, un mejor rendimiento lo obtuvo un compostaje con el método Em-compost con 19.90 %, siendo, siendo éste el más efectivo. Del método Em-compost se obtuvo un compost que tuvo como características fisicoquímicas: materia orgánica 23.93%, carbono 13.29%, nitrógeno 1.31%, fosforo 0.54%, relación C/N 10.12, pH 7.5, conductividad eléctrica 5.02 dS/m, humedad 53,77%, densidad aparente 468.37 kg/m³, porosidad 87.98%, espacio de aire libre 62.59%, olor a tierra húmeda y color negro.

IGES - Institute for Global Environmental Strategies. 2009. En la ciudad de Surabaya, Indonesia, existía gran cantidad de residuos que se generaban día a día por la actividad de los habitantes. La cantidad que se generó fue tan grande que ocasionaba problemas socioeconómicos y de salud a la población. Entonces se propuso a desarrollar un sistema de compostaje para toda ciudad de tal manera que contrarreste este problema.

El diseño del proyecto fue no experimental ya que no hubo muestras testigo y tampoco se manipularon las variables y fue no probabilístico ya que se eligieron las zonas de trabajo a conveniencia. El gobierno primero realizó la identificación de los ambientes que más

afectados estaban y de los impactos económicos a tratar. Se programaron campañas y se hizo un estudio de caracterización de residuos sólidos para saber cuánto genera cada persona al día de residuos. Luego se procedió a otorgar a cada familia una cesta compostera donde se procederían a la descomposición de los residuos. Se monitoreo semanalmente el compost y pasado un mes el producto obtenido se compraba a un bajo costo para que la población mantenga con la producción diaria y se usara este abono en la ciudad.

Tras un periodo de prueba los resultados fueron que se redujeron en 20% la generación de residuos ya que era de 1500 tn antes de 2005 y disminuyo a 1300 tn en 2007 y a 1150 tn en 2008.

ARAYA, A. 2015. En el trabajo realizado en San José, Costa Rica, se comparó las técnicas de compostaje Bokashi, Lombricompost, Método Takakura, Método MM y Matriz; para disminuir la cantidad de residuos generados dentro de la UCI (Universidad para la Cooperación Internacional) ya que no tenía una adecuada disposición y generaban malos olores dentro del campus universitario.

La investigación fue cualitativa porque se describió, comparo y se analizaron las variables de la comparación de técnicas de compostaje y la caracterización de residuos sólidos. También se lograron a usar datos cuantitativos tales como los resultados otorgados por los análisis de laboratorio en las muestras, pero solo se hizo una interpretación de los análisis.

En la muestra de los residuos orgánicos analizados hay presencia de variados nutrientes básicos, no hay presencia de metales pesados u otros componentes peligrosos, el nivel de pH es 6, el porcentaje de materia orgánica es de 60,75% y la relación C/N es de 11,26. Esta información comprueba que los residuos del comedor pueden ser utilizados para producir compost. Luego de comparar cuatro técnicas diferentes de compostaje: bokashi, lombricompost, Takakura y MM, se determinó que el lombricompost es la técnica menos ventajosa y que Takakura es la más recomendable.

BORRERO, G.2014. En la investigación realizado en el campus del Instituto tecnológico de Costa Rica, (2014), se hizo una investigación con elaboración de compost por el método Takakura y el método MM (microbios de montaña) y una muestra de testigo

para determinar cuál de los dos métodos es más satisfactorio; con el fin de dar una solución al tratamiento de residuos en el país debido a la gran cantidad de residuos que se genera.

El diseño experimental para el estudio fue aleatorio con cinco tratamientos (MM, MMT, TAKA, TAKAT, ABST) y cuatro repeticiones cada tratamiento con un total de 20 unidades experimentales. Se prepararon los tratamientos y unidades experimentales; tal como la del sustrato microbial de Microorganismos de Montaña (MM), del sustrato testigo MM (MMT), del sustrato microbial del método Takakura (TAKA), del sustrato testigo de Takakura (TAKAT) y finalmente las compostadoras. Durante el proceso se midieron varias variables como la temperatura, ph, volumen; así como otros aspectos cualitativos como olor, generación de lixiviados, presencia de insectos, crecimiento de microorganismos, humedad y degradación de residuos que se hacían a diario. Luego de que el compostaje terminara se pasó al proceso del cribado (malla de 10 ml).

Los resultados arrojaron que los dos métodos tuvieron resultados satisfactorios, en eficiencia y rendimiento dio resultados positivos ya que más del 70% de materia orgánica fue degradada, en los análisis microbiológicos también dieron resultados favorables ya que ambos métodos contaban con un buen número de microorganismos contara para la degradación, en la prueba de germinación dio un resultado del 70% para MM y 90% para Takakura. Los demás aspectos como ph, temperatura, CE, relación C/N, tuvieron un comportamiento normal durante todo el proceso.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Compostaje

SOLIVA et al. 2008

El compostaje como la transformación biológica de los residuos en condiciones controladas; es gestionar los residuos orgánicos de una manera respetuosa con el entorno, involucrando y responsabilizando a la sociedad que los produce y dando al compost el destino adecuado.

Según el autor propone los siguientes indicadores que se encuentran dentro de la dimensión de los Parámetros físico químicos:

a. Temperatura

La temperatura es considerada como una variable fundamental en el control del proceso de compostaje, ya que representa su evolución en el tiempo y se ha demostrado que pequeñas variaciones en la temperatura afectan más a la actividad microbiana que pequeños cambios de la humedad, pH o de la relación C/N.

b. Ph y Conductividad eléctrica (CE)

El ph es un factor que se toma en cuenta debido a que muestra el nivel de alcalinidad que se da en el proceso, esto es importante porque los microorganismos que están degradando la materia necesitan un ph equilibrado. La CE se toma en cuenta a pesar de que a veces llega a ser elevada es importante saberlo porque indica si el proceso va en buen camino. (SOLIVA *et al.* 2008).

c. Humedad

La humedad en el compostaje está relacionada con el contenido de agua de los materiales originales, la actividad biológica, el contenido de oxígeno, la porosidad de los materiales y la temperatura.

d. Relación carbono / nitrógeno (C/N)

Se ha demostrado que la relación C/N, es la condición más importante para suplir las necesidades nutricionales de los microorganismos, el resto de los nutrientes se encuentran en concentraciones adecuadas en la mayoría de los residuos.

e. Microorganismos en el proceso de compostaje

Los microorganismos considerados beneficiosos para el compostaje son aquellos que biotransforman la materia orgánica, los que tienen la capacidad de degradar sustancias contaminantes y los que ejercen una actividad antagónica con los organismos patógenos, entre los perjudiciales se encuentran los causantes del mal olor y enfermedades.

NEGRO et al, 2000.

El compostaje es un proceso biológico aerobio, que se controla bajo varias condiciones físicas y químicas, y que comprende fases mesófilas y termófilas para poder degradar materia orgánica al final en un producto estable que se aplica como abono o algún aditivo al suelo. En otras palabras, el compostaje es la suma de una serie de procesos complejos metabólicos debido a la actividad microbiana que varía de acuerdo a cada etapa del proceso.

Según el autor propone los siguientes indicadores que se encuentran dentro de la dimensión de los Parámetros físico químicos:

a. Temperatura

La temperatura de acuerdo al proceso de compostaje varia por los microorganismos debido a su actividad metabólica, el compostaje se puede dividir en cuatro etapas: Mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

b. Ph y Conductividad eléctrica (CE)

En el proceso del compostaje se presentan varios procesos que hacen que el Ph cambie constantemente. Debido al metabolismo bacteriano, la materia orgánica se degrada los complejos carbonados en ácidos provocando una subida rápida de ph, llegando a alcanzar el valor de 8.5 como el más alto; y cuando el proceso entra en la fase final que es la maduración llega a alcanzar un valor entre 7 y 8.

c. Humedad

La humedad es un factor muy importante ya que para que los microorganismos puedan transportar los nutrientes y otros elementos necesitan del agua ya que los ayudara de vehículo para realizar esta función. La cantidad optima de humedad es alrededor del 55% pero dependiendo del tamaño y estado en que se encuentre la muestra puede variar.

d. Relación carbono / nitrógeno (C/N)

La relación carbono / nitrógeno es un factor importante para que se puede alcanzar la fermentación correcta, a medida que el proceso va avanzando el valor disminuye

hasta llegar a los valores óptimos (entre 25 – 35), si el valor llega a descender debajo de 25 se produce pérdidas importantes de nitrógeno en forma de NH₄ (amoníaco).

e. Microorganismos en el proceso de compostaje

La elevada presencia de micro y macroorganismos, es vital e indispensable en todo proceso de degradación, descomposición o fermentación de los materiales orgánicos, hasta transformarlos en humos o material asimilable por las plantas.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA, FAO, 2013

El compostaje da la oportunidad de convertir los residuos orgánicos de una forma adecuada y segura en materia prima para uso agrícola. La FAO define a el compostaje un proceso aeróbico que consiste en la mezcla de restos orgánicos en descomposición con el fin de mejorar las propiedades físicas del suelo y también aportarle nutrientes.

Según el autor propone los siguientes indicadores que se encuentran dentro de la dimensión de los Parámetros físico químicos

a. Humedad

Todos los seres vivos necesitamos el agua para realizar diferentes funciones como transporte de nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad que todo compost necesita según FAO es alrededor del 55% pero esto depende de varios factores como el estado físico de las partículas o el método de compostaje a realizar.

b. Temperatura

La temperatura tiene una variación muy notable durante todo el proceso de compostaje que puede llegar hasta los 65 grados Celsius de manera natural para después a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no baje tan rápido ya que a mayor tiempo y temperatura más rápido se descompondrá y con más higienización.

c. pH

Los materiales de diferente origen afectaran la evolución del pH, ya que afectara cada fase del proceso. Las primeras fases del proceso el pH se torna acido por los ácidos grasos que se llegan a formar, ya que el amonio se convierte en amoniaco y el pH alcaliniza el suelo para que al final llegue a valores neutros. El rango ideal es de 5.5 a 8.0 ya que define la supervivencia de microorganismos.

d. Relación carbono – nitrógeno (C: N)

La relación carbono – nitrógeno va a variar en función del material inicial y este se obtendrá al dividir el porcentaje total de carbono (C% total) entre el contenido total de nitrógeno (N% total) de los materiales que se van a degradar.

e. Microorganismos en el proceso de compostaje

Los microorganismos que se presentan durante las diferentes etapas del proceso del compostaje se van destruyendo a medida que las temperaturas se elevan y de esta forma se pueda higienizar el material.

Actualmente existen varias normas internacionales tanto europeas como en américa latina sobre la presencia de patógenos y metales pesados; entre los patógenos que más se tienen en cuenta son los *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*, así como huevos de algunos parásitos que se puedan llegar a impregnar en los alimentos.

1.3.2. Método Takakura

Según IGES en el 2010 dice que en el Método de Compostaje Takakura, las sustancias orgánicas son sometidas al compostaje con los medios de cultivo de microorganismos que se adaptan al suelo y están comúnmente disponibles en el ambiente natural y sirven para eliminar los microorganismos indeseables. Sobre todo, los microorganismos fermentativos juegan un papel central en el compostaje. Debido a que los microorganismos fermentativos que se adaptan perfectamente al compostaje existen cerca de nuestros alrededores, cualquiera puede realizar

fácilmente el compostaje descubriéndolos y cultivándolos. El uso efectivo de los microorganismos fermentativos posibilita la producción de gran cantidad de compostaje en un espacio pequeño y en un período corto de tiempo. Además, el método es seguro y económico debido a que sólo se requieren materiales disponibles inmediatamente. (Institute for Global Environmental Strategies. 2010).

Honobe en el 2013, en la naturaleza los microorganismos se clasifican en aerobios que son los que necesitan el oxígeno para poder vivir y los anaerobios que pueden funcionar con poco o incluso sin oxígeno, estos últimos son los responsables de la putrefacción de los desechos y el mal olor de los mismos. Para descomponer los residuos orgánicos, el Método Takakura utiliza principalmente los microorganismos aerobios. Esta transformación se fortalece por el constante movimiento del compost; es decir, el movimiento da más fuerza a los aerobios y minimiza acción de los anaerobios. Los microorganismos del Método Takakura se alojan en los alimentos fermentados (queso, yogurt, levadura y vino, entre otros) y en el “manto” de los bosques (hojarasca, hongos y moho), cada uno de estos descomponen alimentos específicos; por ejemplo: los microorganismos de los alimentos fermentados descomponen carbohidratos, proteínas y grasas y los microorganismos de los encontrados en el bosque descomponen carbohidratos, proteínas y grasas y los microorganismos encontrados en el bosque descomponen, principalmente, las fibras y las ligninas que son las partes más duras de la comida.

1.3.3. Reducción de residuos orgánicos

ROYAL COMISSION ON ENVIRONMENTAL POLUTION, 2007

La minimización o reducción de residuos es el proceso y la política de reducir la cantidad de residuos producidos por una persona o una sociedad. La reducción de residuos implica esfuerzos para minimizar recursos y el uso de energía durante la fabricación. Con el mismo volumen de producción comercial, generalmente una menor cantidad de material usado conlleva a una menor cantidad de residuos producidos. Usualmente la minimización de residuos requiere conocimientos en el

proceso de producción, seguir los materiales desde su extracción hacia su vuelta a la tierra y conocer detalladamente la composición del residuo.

El autor describe el indicador peso dentro de los parámetros físicos:

- **Peso:** Para hacer referencia a los residuos sólidos usualmente se utilizan unidades de peso (gramos, kilogramos, toneladas, etc.) y se hace referencia a si el peso es húmedo o seco, es decir si los residuos contienen o no humedad. Cuando se menciona el peso húmedo este corresponde al peso de los residuos tal y como se generan.

¿El compostaje con el método Takakura ayudará en la reducción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja?

1.4. Justificación del problema

El presente trabajo de investigación se enfocará en mejorar la situación ambiental del pueblo joven San Borja mediante la producción de compost por el método Takakura. Con esta forma de tratar los residuos se generará mejoras a favor de la población tanto higiénica como económica.

Sera importante realizar esta práctica ya que les daría un realce paisajístico a los alrededores del pueblo joven, favorecería económicamente ya que ya no se tendría que darles un tratamiento a estos residuos y mejoraría la calidad de vida de la población cercana ya que la emanación de gases de los residuos es dañina. Añadiendo que el método Takakura es conveniente porque es económico, no requiere conocimientos técnicos avanzados, rápido y eficiente.

1.5. Hipótesis

El compostaje con el método Takakura ayudara en la reducción de residuos orgánicos de manera significativa del pueblo joven San Borja.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Disminuir la producción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja con el método de compostaje Takakura.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de caracterización para saber cuánto genera cada persona en el pueblo joven San Borja de residuos orgánicos.
- Monitorear el proceso de compostaje en sus diferentes parámetros.
- Determinar la calidad del compost producido a partir de los residuos sólidos orgánicos con el método de compostaje Takakura.
- Realizar un segundo estudio de caracterización para determinar cuánto genera cada persona después de participar en la investigación.
- Comparar los estudios de caracterización.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

- No Experimental
- Longitudinal
- No probabilístico

2.2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD
COMPOSTAJE CON EL MÉTODO TAKAKURA	Según Honobe en el Método de Compostaje Takakura, las sustancias orgánicas son sometidas al compostaje con los medios de cultivo de microorganismos que se adaptan al suelo y están comúnmente disponibles en el ambiente natural y sirven para eliminar los microorganismos indeseables.	En la compostera se dejará degradar la materia orgánica durante un tiempo no mayor a 3 meses y se monitoreará el proceso mediante análisis físicos y químicos para agregar sustratos de ser necesario.	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	Ph	Ph
				Humedad	%
				Temperatura	°C
				Conductividad eléctrica	dS
				Relación Carbono / Nitrógeno	C/N
				Microorganismos	

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES
REDUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS	Según Williams, la reducción de los residuos orgánicos se define como cualquier tipo de proceso, técnica o alguna actividad que trate de eliminar un residuo desde se origen	Se realizará un estudio de caracterización donde se calculará la generación per cápita de la zona de todos sus residuos y al final del proyecto se realizará otro estudio de caracterización para comparar los resultados y verificar la reducción en la generación de residuos.	PARÁMETROS FÍSICOS	PESO	Kilogramos, Kg

2.3. Población y muestra

Población: Cantidad de residuos generados por el pueblo joven San Borja.

Muestra: Se trabajará con los residuos generados por las familias pertenecientes a la manzana E del pueblo joven San Borja.

Muestreo: No probabilístico

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad

2.4.1. Caracterización de Residuos

La herramienta principal que se utiliza para recolectar información básica sobre las características de los residuos sólidos en una determinada zona, este caso en el pueblo joven de San Borja, es la implementación de un Estudio de Caracterización de Residuos sólidos para obtener datos puntuales como: peso y porcentaje de los residuos. En este caso, luego de finalizar este estudio se podrá determinar la cantidad de residuos generados por habitante por un día, es decir la generación Per Cápita, y se especificará solo la cantidad de residuos orgánicos.

Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos

Etapa de Planificación

Ya que, al ser un estudio para tesis a pequeña escala se enfocará en residuos orgánicos, no se considera esta etapa por completo, ya que aquí solo se realizan las gestiones con la municipalidad para obtener los permisos y licencias para realizar todo el proceso. En este caso, sí se coordinó previa reunión con el teniente gobernador del pueblo joven San Borja, y se autorizó el permiso para realizar el estudio en su comunidad, y solo se le dejará la presente tesis como dato base para posteriores estudios que se quieran realizar en la zona.

Etapa de Diseño

En esta etapa se realizarán los cálculos necesarios para poder dimensionar los residuos. Comprende los siguientes puntos:

a. Cálculo de la población actual

Según el presidente del pueblo joven San Borja actualmente hay unas 200 familias; cada una con un promedio de 5 personas.

b. Determinar el número total de predios domiciliarios

La zona se conforma por 6 manzanas, las cuales tienen de 25 a 35 lotes; pero algunos lotes se encuentran abandonados o inhabitados.

c. Determinar el número total de predios no domiciliarios

En la zona se cuenta con 4 bodegas, 1 vivero, 1 biohuerto, 1 colegio inicial, 1 fábrica de ladrillos de concreto y 1 ferretería.

d. Calcular el número de la muestra

La muestra que se seleccionó fue a conveniencia; dado que resultaría más fácil trabajar y estudiar porque en algunas manzanas la mayoría de familias no se encuentran a disposición buena parte del día.

Se seleccionó la manzana E, con un total de 25 lotes de los cuales 7 no se pudo trabajar porque no se encontraban habitadas.

e. Distribuir la muestra

Puede considerarse el estudio por zonas, en este caso se trabajará solo con una manzana a la redonda.

f. Elaborar documentos y formatos

Teniendo en cuenta el número de muestra se prosigue a invitar a la población a ser parte del estudio, empezar a codificar a cada familia para llevar un registro de

participantes, según el modelo del Cuadro de Formato 1 de Registro de viviendas participantes en el estudio de caracterización. (ANEXO 1)

g. Preparar stickers de identificación

Se recomienda utilizar stickers adhesivos, de tamaño regular para que se puedan diferenciar, lo ideal es que sea como mínimo la cuarta parte de una hoja A₄ y máximo la mitad de esta.

h. Elaborar rutas de recolección preliminares

Se elaborará un plano de ruta de recolección para poder optimizar el tiempo de recojo y se adjuntará luego un mapa de la zona.

i. Determinar la logística

Básicamente lo requerido en este estudio contempla lo siguientes elementos en el Cuadro de Logística requerida durante el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (ANEXO 2).

A continuación, se detalla los requerimientos logísticos adecuados a esta realidad en el Cuadro de Requerimientos logísticos para el estudio de caracterización. (ANEXO 3).

j. Calcular el presupuesto del estudio

Ya que se estableció los requerimientos lógicos, se determina el presupuesto del gasto que se generará, en base al Cuadro adjuntado al final de la tesis. (ANEXO 4)

Etapa de ejecución

Primero se le comunica a la población sobre el estudio que se va a realizar en la zona para que estén predispuestos a apoyar. Luego se identifica las viviendas que participarán como muestra y se procede a la repartición de los formatos para obtener datos puntuales como DNI y nombres, por consiguiente, se empadronan las viviendas seleccionadas y se procesan los datos obtenidos.

Se debe considerar informar puerta por puerta a los participantes del estudio mediante una charla de sensibilización que tiene como objetivo explicar teóricamente el trabajo y la metodología que se va a realizar, así como también se realiza la entrega de las etiquetas identificando las viviendas, y explicando que se recogerán las bolsas en los días respectivos del estudio, y especificar que si por algún motivo no se puede recoger la bolsa el día acordado, que se guarde hasta el día siguiente.

Se tiene en consideración medidas de seguridad en el trabajo de campo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales desde la etapa de recolección selectiva con el uso de los Equipos de Protección Personal, la descarga de bolsas, el pesado, traslado para la separación y/o segregación, para determinar el peso y por último la disposición final; todo esto con el debido cuidado; previniendo de esta manera cualquier riesgo de accidentes.

Luego de haber realizado toda la recolección y transporte al lugar donde se determinarán parámetros como Generación total de residuos sólidos y composición.

Determinar la generación per cápita

Para un solo sector de un mismo estrato económico se calcula la generación per cápita promedio de la muestra por la población total. Es decir:

Generación de residuos sólidos domiciliarios en Kilogramos por día es igual a la generación per cápita por el número de habitantes (Kilogramos por habitante en un día)

Para calcular la generación per-cápita promedio para proyecciones se utiliza la siguiente fórmula:

$$GPC_{promedio} = \frac{GPC \cdot n_1 + GPC \cdot n_2 + GPC \cdot n_3}{N}$$

El cálculo en la zona se determina conociendo el número de habitantes por cada vivienda participante, el tiempo establecido es de 8 días, pero puede variar de acuerdo a las necesidades del estudio. Se procede al pesado y se identifican las bolsas de cada familia para luego anotar el peso según la Tabla de Registro de peso diario/domiciliario (ANEXO 5).

Determinar la composición de los residuos

Esta metodología se aplica diariamente y se trabaja de la siguiente manera: Se toma la muestra del día y se colocan en una zona pavimentada sobre un plástico para que no se mezcle con tierra, se vierten los residuos para homogenizar la muestra y se trozan para disminuir su volumen para que sea de más fácil manipulación. Si se tiene demasiado volumen, se aplica el método del cuarteo con la finalidad de dividir la muestra en cuatro partes, de las cuales se toman solo dos y luego se vuelve a mezclar de esta manera hasta que se consiga reducir la muestra a un tamaño más manejable.

Luego se separan los componentes del último montón y se clasifican en la Tabla de clasificación de residuos sólidos (ANEXO 6)

Los componentes se van clasificando en recipientes pequeños y se procede a realizar el peso de cada uno. Luego se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta su peso total de estos residuos recolectados en un día (Wt) y el peso de cada componente (Pi): $\text{Porcentaje (\%)} = (Pi/Wt) \times 100$

Para determinar el porcentaje por cada componente, se suman todos los porcentajes de todos los días y se dividen entre los días que se realizó la caracterización. Se podrá ver en la Tabla de composición de residuos sólidos del pueblo joven san borja. (ANEXO 7).

2.4.3. Proceso de Compostaje

El muestreo se realizará en el biohuerto del pueblo joven San Borja, ya que ahí se dispuso como lugar apropiado para la realización del proyecto, se construyeron composteras de madera y de triplay, por dentro están cubiertas con cartón del tipo común para permitir el paso de oxígeno y para que proteja el material de insectos y de objetos no deseados, finalmente se tapara con un pedazo de tela para que sirva de protección.

Primero se preparan las diluciones; una salada y una dulce, la salada contiene 1kg de restos de verdura, 10 lts de agua y 0.5kg de sal; y la solución dulce contiene 50gr de levadura, 2 lts de yogurt, 100 ml de vino 1kg de queso fresco y 15 litros de agua. Amas soluciones se dejaron macerando en baldes grandes y en sombra durante 7 días. Pasando los 7 días se procedió a armar la pila del compost de compost con pajilla de arroz, restos de limpieza de jardines y harina; en una proporción de 10:4:1 y se añadió las soluciones para luego dejarlo reposar durante 8 días hasta que se cubra de un manto blanco producido por los microorganismos.

Los residuos se añadirán diariamente en tamaños pequeños aplicando la técnica de volteo para que el proceso pueda darse en el tiempo esperado. El compost se analizará una vez a la semana en el lugar con ayuda de un termómetro de vidrio de una capacidad de 200° C para la toma de temperatura, se tomará una muestra de 100gr para analizar en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo; entre los análisis tenemos conductividad eléctrica, PH, humedad y los análisis microbiológicos respectivos.

2.5. Métodos y análisis de datos

Se analizará semanalmente el compost 1 vez a la semana mediante pru y pruebas fisicoquímicas (pH, CE, relación carbono nitrógeno, temperatura) para poder observar y controlar el proceso. Estos análisis se realizarán en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo. Los resultados dados de los análisis se procesarán en el

programa Microsoft Excel 2016 y SPSS. Y respecto al estudio de caracterización los resultados se darán en cuadros trabajados en el programa Microsoft Excel 2016.

III. RESULTADOS

3.1. Compostaje

Los del análisis del proceso del compost se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics 24 para procesamiento de datos y el programa Microsoft Excel 2016 para gráficos; este último también se utilizará para el estudio de caracterización de residuos para obtención de datos y gráficos.

3.1.1. Ph

Semana	Ph
1	8.25
2	8.02
3	8.12
4	7.84
5	7.76
6	7.73
7	7.66
8	6.83
9	6.46
10	6.23

Tabla 1. Resultados de análisis de Ph

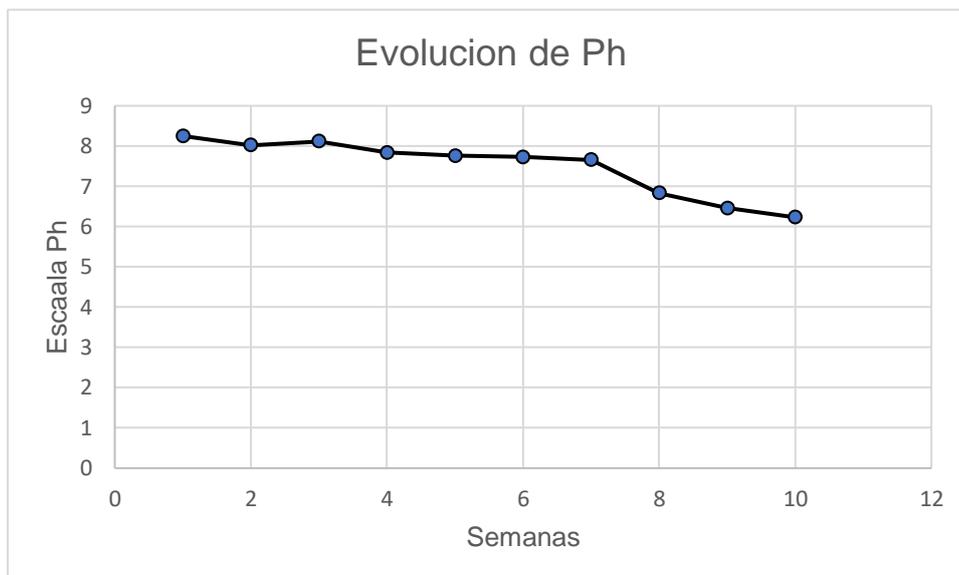


Figura 1. Evolución de Ph

Interpretación: En la figura N°1 se observa la evolución del Ph. Su progreso es en forma descendente desde 8.25 hasta 6.23, especialmente se puede apreciar que en las últimas 4 semanas desciende notablemente.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
TIEMPO	,097	,090	,408	1,075	,318
TIEMPO ** 2	-,029	,008	-1,367	-3,605	,009
(Constante)	8,063	,215		37,514	,000

Tabla 2. Coeficientes de modelo de regresión Ph

Interpretación:

De la tabla N°9 se deduce la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 8,063 + 0,097x_1 - 0,029x_2$$

Que indica que mientras x_1 aumente el valor de \hat{y} también aumentará, pero si el valor de x_2 aumenta el valor de \hat{y} disminuye.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,388	2	2,194	65,690	,000
Residuo	,234	7	,033		
Total	4,621	9			

Tabla 3. Tabla de ANOVA de Ph

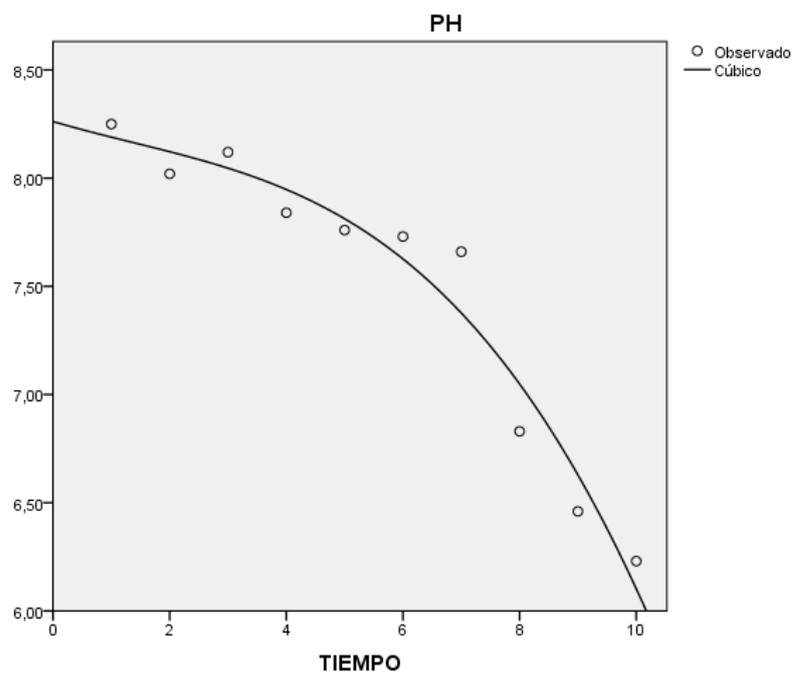


Figura 2. Curva de regresión del modelo estadístico de pH

3.1.2. Conductividad eléctrica

Semana	C.E. (dS/m)
1	8.3
2	9.1
3	10.2
4	10.6
5	11.2
6	10.7
7	11.3
8	12.5
9	14.8
10	15.6

Tabla 4. Resultados análisis de Conductividad Eléctrica

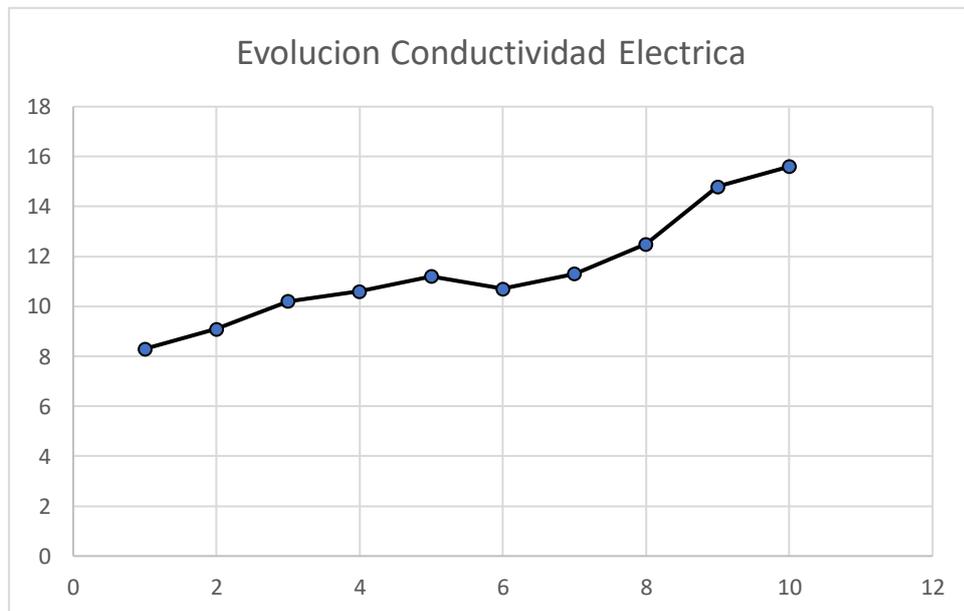


Figura 3. Evolución Conductividad Eléctrica

Interpretación: En la figura N°3 se observa que la curva tiene un comportamiento ascendente durante todo su progreso.

Pruebas de normalidad						
C.E.	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,222	10	,175	,926	10	,412

Tabla 5. Validación de datos de Conductividad Eléctrica

	Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados			Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	
TIEMPO	2,017	,724	2,646	2,785	,032	
TIEMPO ** 2	-,361	,149	-5,347	-2,417	,052	
TIEMPO ** 3	,025	,009	3,779	2,832	,030	
(Constante)	6,563	,966		6,794	,000	

Tabla 6. Coeficientes de modelo de regresión de Conductividad Eléctrica

Interpretación:

De la tabla N°13 se deduce la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 6,563 + 2,017x_1 - 0,361x_2 + 0,025x_3$$

Que indica que mientras x_1 aumente el valor de \hat{y} también aumentará, y cuando el valor de x_3 aumenta el valor de \hat{y} también aumentará. Pero cuando aumente x_2 , el valor de \hat{y} disminuirá.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	46,434	3	15,478	62,464	,000
Residuo	1,487	6	,248		
Total	47,921	9			

Tabla 7. ANOVA Conductividad eléctrica

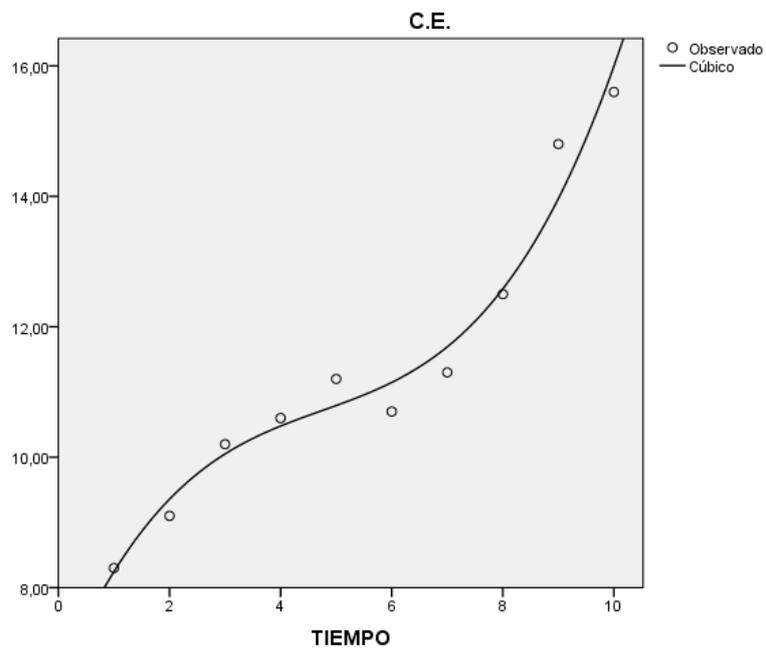


Figura 4. Curva de regresión de Conductividad Eléctrica

3.1.3. Humedad

La humedad fue el único parámetro que no se procesó en SPSS debido a que la humedad se controla durante todo el proceso de compostaje para que este en un determinado rango.

Semana	%
1	68
2	65
3	63
4	59
5	60
6	64
7	48
8	51
9	59
10	62

Tabla 8. Datos de Humedad

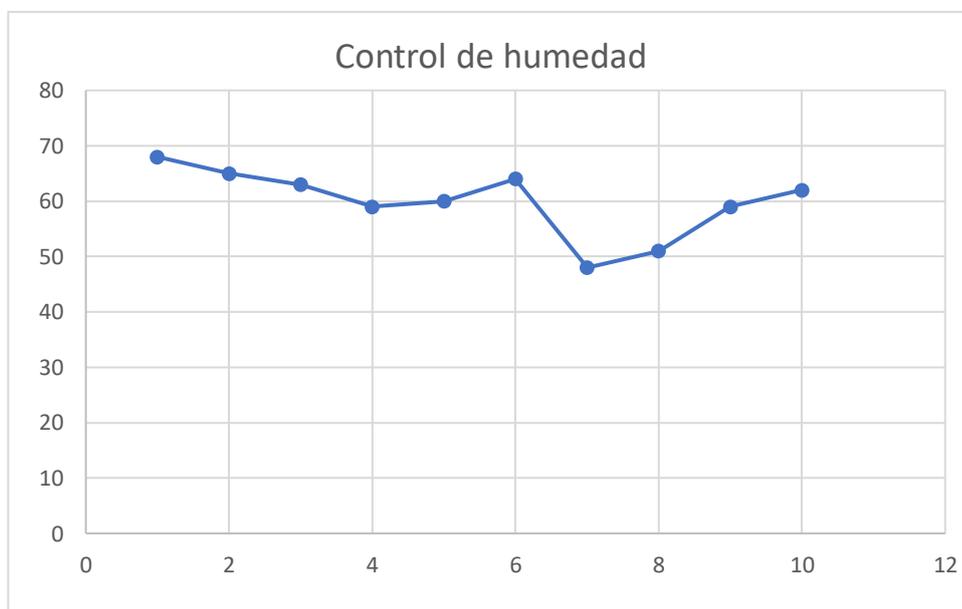


Figura 5. Control de humedad

Interpretación: En la figura N°5 se observa que la curva tiene un comportamiento irregular ya que desciende y luego llega a ascender como se puede ver en las semanas 5 y 7.

3.1.4. Temperatura

Semana	°C
1	20.5
2	31.3
3	34.3
4	37.8
5	42.5
6	38.6
7	33.2
8	29.7
9	25.4
10	22.3

Tabla 9. Datos de la Temperatura

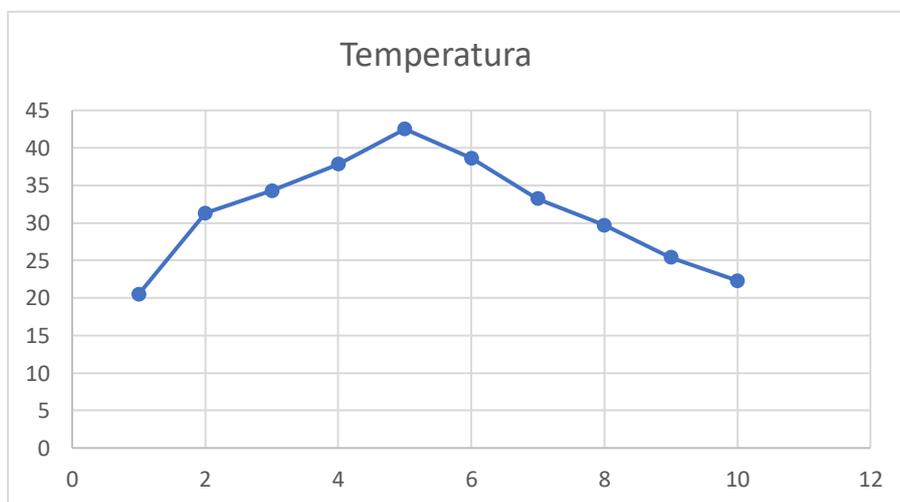


Figura 6. Evolución de temperatura

Interpretación: En la figura N°6 se observa como la curva tiene un comportamiento ascendente hasta la mitad del proceso, por encima de los 40 °C y luego toma una conducta decreciente hasta los 23 °C tal y como se esperaba.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	,107	10	,200*	,968	10	,872

Tabla 10. Modelo estadístico de Temperatura

Coeficientes						
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	
TIEMPO	16,753	2,636	7,034	6,355	,001	
TIEMPO ** 2	-2,506	,544	-11,876	-4,608	,004	
TIEMPO ** 3	,099	,033	4,710	3,030	,023	
(Constante)	6,010	3,517		1,709	,138	

Tabla 11. Coeficientes de modelo de regresión de Temperatura

Interpretación: De la tabla N°11 se deduce la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 6,010 + 16,753x_1 - 2,506x_2 + 0,99x_3$$

Indicando que si el valor x_1 aumenta, entonces el valor de \hat{y} también aumentara. Lo mismo ocurriría con x_3 , pero con x_2 no debido a que si aumenta su valor; el valor de \hat{y} disminuirá.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	448,219	3	149,406	45,493	,000
Residuo	19,705	6	3,284		
Total	467,924	9			

Tabla 12. ANOVA de Temperatura

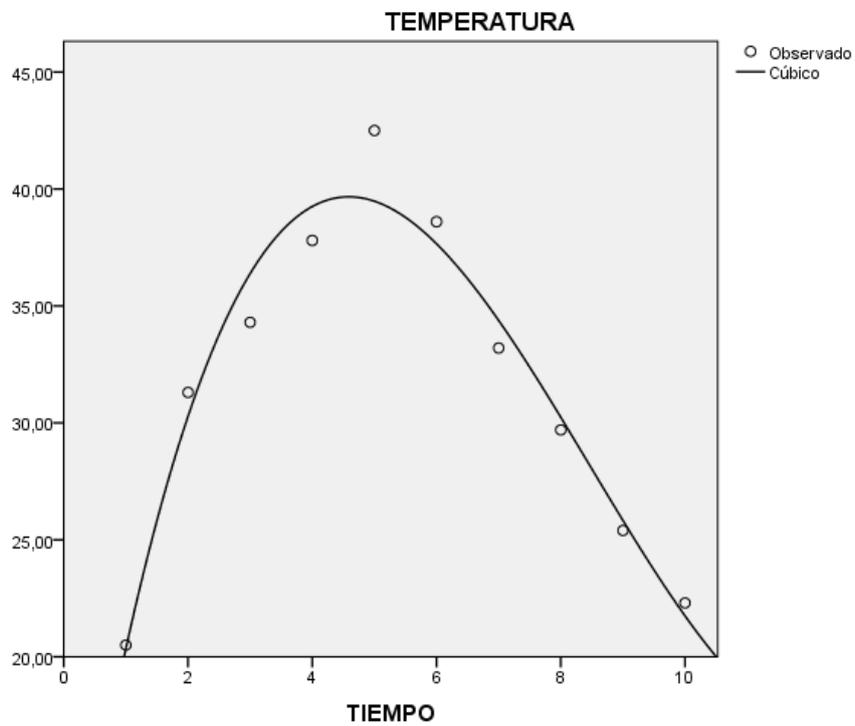


Figura 7. Curva de evolución de temperatura

3.1.5. Materia orgánica

Semana	%
1	42
2	41.2
3	36.2
4	30.5
5	25.4
6	23.8
7	22.6
8	19.7
9	16.8
10	14.1

Tabla 13. Datos de materia orgánica

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
TIEMPO	-4,902	,746	-1,502	-6,567	,000
TIEMPO ** 2	,154	,066	,532	2,325	,053
(Constante)	48,270	1,787		27,007	,000

Tabla 14. Coeficientes de modelo de regresión de la materia orgánica

Interpretación: De la tabla N°21 se deduce la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = 48,270 - 4,902x_1 + 0,154x_2$$

Indicando que si el valor x_1 aumenta, entonces el valor de \hat{y} disminuirá, pero si x_2 aumenta entonces el valor de \hat{y} también aumentará.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	862,736	2	431,368	186,801	,000
Residuo	16,165	7	2,309		
Total	878,901	9			

Tabla 15. ANOVA Materia Orgánica

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MATERIA ORGANICA	,173	10	,200*	,931	10	,457

Tabla 16. Cuadro de normalidad de materia orgánica

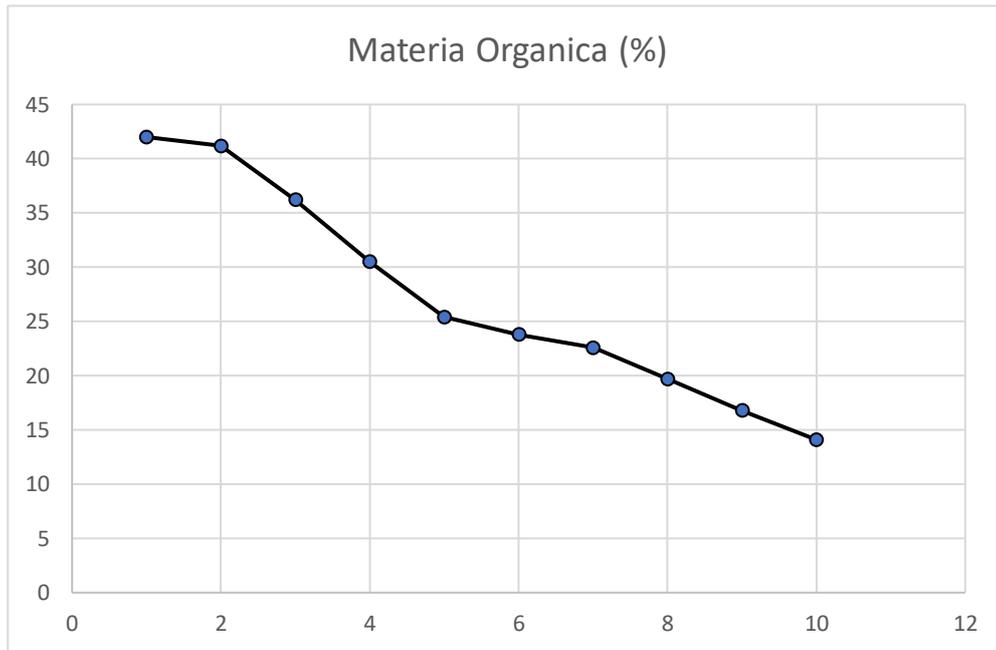


Figura 8. Evolución de materia orgánica

Interpretación: La grafica en la figura N°8 tiene una forma descendente como era de esperarse ya que cada vez se va degradando más rápido con el pasar de los días, y los análisis lo demuestran

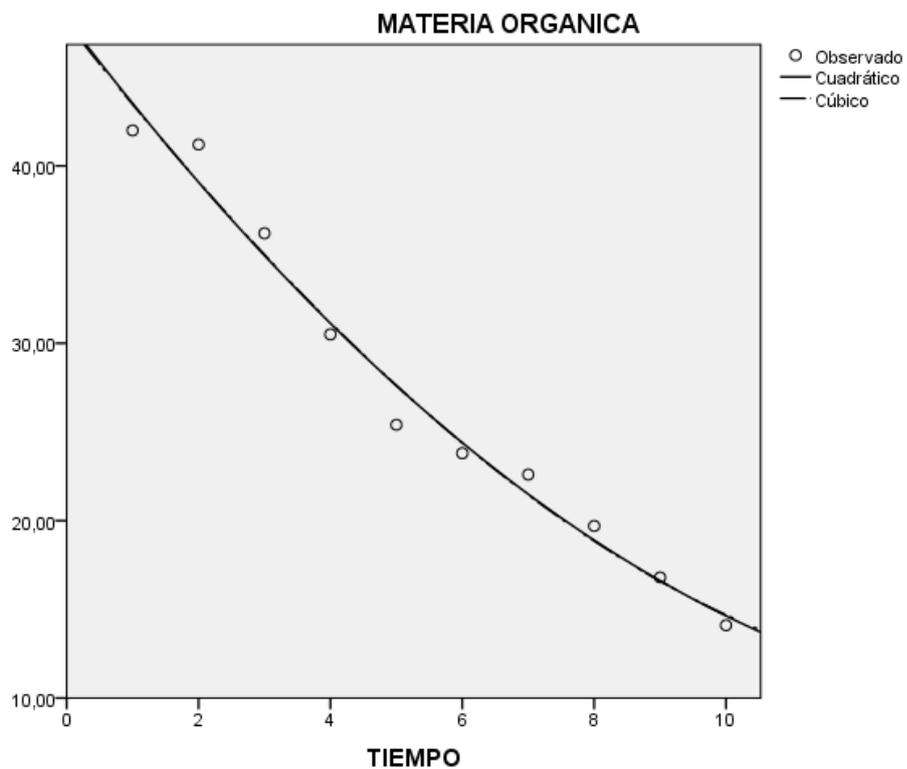


Figura 9. Curva de evolución de materia orgánica

3.2. Estudio de caracterización

PRIMER ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN					
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
	10/07/2017	11/07/ 2017	12/07/2017	13/07/2017	14/07/2017
Bolsas plásticas	1	1.2	1	0.9	1.3
Materia orgánica	12	10	12.8	13.2	11.9
Vidrios	0	0.6	8	0.4	0
Metales	0.3	0.4	0	0	0.8
Teknopor	1	0.7	0.8	0	1.2
Papel	0.8	1.1	0.7	1.3	0.6
Total	15.1	14	23.3	15.8	15.8

Tabla 17. Primer estudio de caracterización de residuos

Total personas	49
Promedio diario	16.8
G.P.C.	0.34285714
Promedio Mat.	
Orgánica diaria	11.98

Tabla 18. Resultados del primer estudio de caracterización de residuos

SEGUNDO ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN					
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
	10/07/2017	11/07/ 2017	12/07/2017	13/07/2017	14/07/2017
Bolsas plásticas	0.5	0.9	1	1	0.4
Materia orgánica	4.7	3.9	6.8	8	7.3
Vidrios	0	0.6	0	0.4	0
Metales	0	0.8	0.2	0	0
Teknopor	0.5	0.7	0.8	0.2	0.6
Papel	0.2	0.8	0.5	0.5	0
Total	5.9	7.7	9.3	10.1	8.3

Tabla 19. Segundo estudio de caracterización de residuos

Total personas	49
Promedio diario	8.26
G.P.C.	0.16857143
Promedio Mat.	
Orgánica diaria	6.14

Tabla 20. Resultados del segundo estudio de caracterización de residuos

IV. DISCUSIÓN

En la investigación de IGES en el 2009 usaron un diseño no experimental, tomando como muestra algunos sectores críticos de la ciudad de Surabaya, Indonesia, y la población de la misma ciudad por un periodo de tres años, mientras que en la investigación de Illiquin Roberth en el 2014, usó un diseño experimental, se usó un experimento del tipo factorial del tipo 3Ax3B con un diseño completamente aleatorio con 3 repeticiones para poder ver el rendimiento y tiempo de maduración ya que se comparó dos métodos de compostaje, Borrero Gina también llegó a usar un diseño experimental para la comparación de tratamientos, su estudio fue completamente aleatorio con cinco tratamientos y cuatro repeticiones de cada tratamiento dando un total de 20 unidades experimentales analizando todos los parámetros físico químicos, a diferencia de estos dos últimos autores se usó un diseño no experimental y no probabilístico en la toma de muestra ya que se seleccionó la población a trabajar a conveniencia que fue la manzana E del pueblo joven. IGES redujo la generación de residuos en porcentaje, más del 10% reducción en tres años, primero con una cifra inicial de 1500 toneladas al día y luego aplicando el compostaje se redujo a 1300 en el 2007, pero en el 2008 se pudo reducir hasta en 1150 toneladas diaria; los otros autores compararon el método Takakura con otros métodos como el MM y Em-compost en cuanto a rendimiento, duración, maduración y en los análisis de los análisis físico químicos, dando como resultado que el método Takakura era el más conveniente ya que se realizó en menos tiempo, era el de mayor rendimiento y respecto a los parámetros dio favorables resultados.

En mi investigación realizada el proceso de compostaje se dio en un tiempo de 54 días, a Illiquin Roberth en 57 días. Sin embargo, en los análisis físicoquímicos se puede ver que el investigador tiene una cantidad de materia orgánica mayor ya que el de él fue de 23.93% mientras que el mío es de 14.1%, En la conductividad eléctrica se presenta mayor que al investigador con un 15.3 dS/m mientras que el con 5.02 dS/m, en la humedad pasa lo mismo con 62% y a Illiquin con un 53.77%.

V. CONCLUSIONES

Según el estudio de caracterización de residuos aplicado al pueblo joven San Borja fue de 342.85gr por persona al día. Conformado en su mayoría por residuos orgánicos tal como era esperado.

El monitoreo del compostaje fue más que satisfactorio ya que los resultados están dentro de los esperados ya que el porcentaje de la materia orgánica fue de 14.1%, una temperatura final de 22.3°C, un 62% de humedad, una conductividad eléctrica de 12.3 dS/m y un ph de 6.23.

Según con los estándares de calidad de compost, el abono producido es de buena calidad ya que cumple con todos los requisitos.

El segundo estudio de caracterización fue más que satisfactorio ya que el resultado fue de 168.57 gr por persona.

La comparación de los estudios de caracterización de residuos dio como positivo la reducción de residuos orgánicos en un 50.87%.

VI. RECOMENDACIONES

Seleccionar un lugar seguro contra vientos, animales y otros al cuándo se quiera empezar a compostar.

Cuando se realice un estudio de caracterización tener en cuenta las medidas de seguridad pertinentes para evitar accidentes o contraer enfermedades.

Realizar los análisis fisicoquímicos en un laboratorio de confianza o realizarlos uno mismo.

Se recomienda usar este método de compostaje Takakura para investigaciones futuras o implementarla en algún otro lugar.

REFERENCIAS

AGRICULTURA, O. D. (2013). MANUAL DEL COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR EXPERIENCIAS EN AMERICA LATINA3. SANTIAGO, CHILE.

ALTAMIRANO, M. y. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de compost. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG vol.9, N° 17, 75- 84.

ARAYA, A. (2015). PROPUESTA DE TRATAMIENTO POR MEDIO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES PARA SODAS INSTITUCIONALES POR MEDIO DE UN ESTUDIO DE CASO. Proyecto Final de Graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de Máster en Liderazgo y Gerencia Ambiental. San Jose, Costa Rica.

ARIAS, F. (2012). El Proyecto de Investigacion (6 ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.

BONHOTAL JEAN, K. M. (2008). COMPOSTING: WASTES TO RESOURCES. 36. ESTADOS UNIDOS: CORNELL COOPERATIVE EXTENSION .

BORRERO, G. (2014). ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE DOS SUSTRATOS CON INÓCULOS MICROBIALES PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS EN COMPOSTAJE DOMÉSTICO. Cartago, Costa Rica.

C., S. (15 de FEBRERO de 2003). USE OF RUMEN CONTENT AND RESIDUES FROM THE MEAT INDUSTRY FOR COMPOST MAKING. YUCATAN, MEXICO: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN .

Campos, R. J. (2014). Guía para compostaje doméstico con el Método Takakura. Escuela de Agronegocios. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

CARRION, M. (Marzo de 2016). Cumplimiento del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos en el Sector Urbano del Cantón Catamayo Periodo 2014. Loja, Ecuador.

DE CARLO, E. e. (14 de 12 de 2001). Estudio de la población microbiana en las etapas iniciales del compostaje. REVISTA CERES, 699 - 715.

DULANTO, A. (Abril de 2013). Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente. Lima, Peru: PUCP.

Honobe, Y. (Noviembre de 2013). El método Takakura. Herramienta para reducir residuos orgánicos y mejorar la calidad del suelo. Método Takakura, una alternativa para un manejo responsable de la basura orgánica. Quito, Ecuador: Publiasesores.

Hyuck Soo Kim, e. a. (2 de AGOSTO de 2015). Examination of Three Different Organic Waste Biochars as Soil Amendment for Metal-Contaminated Agricultural Soils. SUIZA: Springer International Publishing Switzerland.

IGES, I. f. (2010). Compostaje para la Reducción de Residuos. JUEGO DE INFORMACIONES. Kitakyushu, Japon: IGES.

Jean F. Bonhotal, M. E. (s.f.). Composting: Wastes to resources. New York, Estados Unidos: 4-H Natural Resources.

JHON JEAVONS, C. C. (2017). EL HUERTO SUSTENTABLE. ESTADOS UNIDOS: TEEN SPEED PRESS.

José William Penagos Vargas, J. A. (24 de OCTUBRE de 2011). Reduction of Organic Waste in Colombia Through the Liquid Compost. (11), 6, 37-44. BARRANQUILLA, COLOMBIA: INGENIARE.

MALDONADO, L. (1 de ABRIL de 2006). REDUCCION Y RECICLAJE DE RESIDUOS URBANOS EN CENTROS DE EDUCACION SUPERIOR; ESTUDIO DE CASO. 10(1), 59-68. MERIDA, YUCATAN, MEXICO: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN.

MDJLO. (2014). Actualizacion del plan de manejo de residuos solidos 2014 - 2017. Jose Leonardo Otiz, Lambayeque, Peru.

MDJLO. (Julio de 2014). Programa de segregacion en la fuente y recoleccion selectiva de residuos solidos. Lambayeque, Peru.

NEGRO et,al. (2000). PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DEL COMPOST. España: CIEMAT.

OEFA. (Diciembre de 2014). Fiscalizacion ambiental en residuos solidos de gestion municipal provincial. INFORME 2013- 2014.

OOSTROM, R. V. (2016). Organic Waste Reduction at Hamilton Health Sciences. 19(3), 5. ESTADOS UNIDOS: Healthcare Quarterly.

PAOLA YAÑEZ, A. L. (JUNIO de 2007). Evaluación del compostaje de residuos de dos agroindustrias palmiteras del Trópico de Cochabamba en silos hiperventilados. 3(4), 16. COCHABAMBA, BOLIVIA: Universidad Católica Boliviana.

PARAGINTA BASARIA, C. R. (DICIEMBRE de 2016). INFLUENCE OF ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE PARTICLE SIZE ON BIOGAS PRODUCTION. INDONESIA: International Journal of Technology.

Parr, L. R. (2005). Preparacion y utilizacion de compost en hortalizas. INFORMATIVO N° 19 INIA INTIHUASI. Chile: Editorial Angelica Salvatierra G.

PERDOMO, S. P. (12 de FEBRERO de 2007). SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE HUMIFICACION DEL COMPOST. BOGOTA, COLOMBIA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA .

POLLUTION, R. C. (MARZO de 2007). The Urban Environment. TWENTY SIX REPORT. LONDRES, INGLATERRA.

RAMOS, M. (15 de JULIO de 2014). Ciencias Tecnológicas y Agrárias. Handbook T-I. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Röben, E. (2002). Manual de Compostaje Para Municipios. Loja: Ilustre Municipio de Loja.

S.A.C, E. C. (DICIEMBRE de 2013). ESTUDIO DE CARACTERIZACION FISICA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO. PERU.

SANDOVAL, C. (Febrero de 2003). USO DEL CONTENIDO RUMINAL Y ALGUNOS RESIDUOS. Yucatán, México: Tropical and Subtropical Agrosystem.

TELLO, A. D. (Abril de 2013). Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de. Lima, Lima , Peru: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

WILLIAMS, P. (2005). WEAAT TREATMENT AND DIPOSAL. 2. GRAN BRETAÑA: WILEY.

ANEXOS

Anexo 01. Tabla de formato de registro de viviendas participantes en el estudio de caracterización.

FECHA	 de del 2017				
Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOM.Y APELLIDOS	DNI	Nº DE HAB	FIRMA
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Anexo 02. Tabla de logística requerida durante el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales.

LOGÍSTICA A UTILIZAR EN OFICINA
Materiales de oficina
LOGÍSTICA A UTILIZAR EN CAMPO
Equipos de protección personal Materiales de campo Movilidad Ambiente para realizar la caracterización Herramientas e insumos

Anexo 03. Tabla de requerimientos logísticos para el estudio de caracterización.

LOGÍSTICA A UTILIZAR EN OFICINA
<p>MATERIALES DE OFICINA:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Lapiceros✓ Plumón de tinta indeleble✓ Tijeras✓ Fotocopia de plano de ubicación de la zona✓ Formato de empadronamiento✓ Registro de viviendas participantes en el estudio de caracterización✓ Cinta de embalaje
LOGÍSTICA A UTILIZAR EN CAMPO
<p>MATERIALES DE CAMPO:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Stickers para identificación de viviendas <p>MOVILIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Pasajes de ida y vuelta los 5 días de intervención <p>HERRAMIENTAS E INSUMOS:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Balanza digital✓ Baldes de plástico✓ Wincha✓ Escoba✓ Recogedor✓ Guantes✓ Bolsa de polietileno de 120 litros (65 cm* 93.5, de un color para los residuos domiciliarios)

Anexo 04. Tabla de presupuesto de estudio de caracterización de residuos sólidos municipales

PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO PARCIAL (S./)	COSTO TOTAL
Balanza de mano	Und.	1	8	8
Balde de plástico	Und.	1	5	5
Escoba	Und.	1	0	0
Recogedor	Glb.	1	0	0
Manga de polietileno	Und.	1	2	2
Bolsa de polietileno de 120 lt	Un	20	21	21
Guantes de cuero	Par	1	2.5	2.5
Botas de seguridad	Par	1	30	30
Mascarilla para polvo	Und.	2	3	3
Movilidades para traslado	Pasajes	40	40	40
Fotocopias de formatos	Und.	20	20	20
Lapiceros	Und.	2	1.5	1.5
Plumón indeleble	Und.	1	2	2
Cinta de embalaje	Und.	1	3	3
Tijeras	Und.	1	2	2
Stickers para identificación	Und.	30	7	7
TOTAL				S/.147

Anexo 05. Tabla de registro de peso diario/domiciliario

CÓDIGO DE VIVIENDA	CÓDIGO	N ^a DE HAB.	Peso en Kg						GPC (kg/hab/día)
			DÍA 0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Anexo 06. Tabla de clasificación de residuos sólidos

TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS	DETALLE
Materia orgánica	Restos de alimentos, excremento de animales, huesos y similares.
Papel	Papel blando de todo tipo.
Cartón	Cartón marrón, blanco y mixto.
Vidrio	Vidrio blanco, marrón y verde
Plástico PET	Botellas de bebidas, gaseosas.
Plástico duro	Considera frascos y otros recipientes.
Bolsas	Bolsas chequeras, envolturas, etc.
Metal	Latas de leche, atún, conservas, etc.
Otros	Aquellos que no especifica en el resto.

Anexo 07. Tabla de composición de residuos sólidos del pueblo joven San Borja.

TIPO DE R.S	GENERACIÓN DE R.S DOMICILIARIOS						
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	TOTAL	Composición porcentual
	kg	kg	kg	kg	Kg	kg	%
Materia orgánica							
Papel							
Cartón							
Vidrio							
Plástico PET							
Plástico duro							
Bolsas							
Metal							
Otros							
TOTAL							100 %



Figura 10. Recolección de residuos



Figura 11. Separación de residuos por su clasificación



Figura 12. Residuos orgánicos



Figura 13. Preparado de soluciones



Figura 14. Armado de cajas composteras



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis **Completo**
Nombre **RENATO ZAVALA SANDOVAL**
Procedencia **P.J. SAN BORJA - JOSE LEONARDO ORTIZ**
Muestra **COMPOST**
Fecha de Emisión **03/11/2017**

Muestra	
pH	8.50
Cec (mmhos/Cm)	9.20
Materia Orgánica (%)	30.65
Nitrógeno (%)	1.46
Fósforo (P ₂ O) (%)	1.82
Potasio (K ₂ O) (%)	0.84
Calcio (CaO) (%)	2.70
Magnesio (MgO) (%)	1.04
Materia Seca (%)	47.26
Humedad (%)	52.74
Cenizas (%)	15.40
Carbono (%)	17.78
Relación C/N (%)	12.17

Resultado: La muestra tiene un pH de reacción fuertemente alcalina y nivel bajo o normal de sales solubles; los valores obtenidos son propios del producto (Compost). El contenido nutricional de compost varía en función de los materiales que se utilicen en su formación. Así presenta un contenido aceptable de Materia Seca, con elementos aceptables de Nitrógeno, Fósforo, Calcio y riqueza de cenizas; siendo los elementos Magnesio y Potasio bajos. La relación C/N es buena; siendo producto utilizable para fines agrícolas.

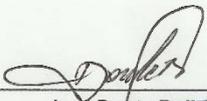

Ing. Dante Bolivia Diaz
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
Jefe Lab. de Química y Suelos

Figura 15. Validación INIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿El compostaje con el método Takakura ayudará en la reducción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja?	<p>Objetivo general: Disminuir la producción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja con el método de compostaje Takakura.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un estudio de caracterización para saber cuánto genera cada persona en el pueblo joven San Borja de residuos orgánicos. Monitorear el proceso de compostaje en sus diferentes parámetros. Determinar la calidad del compost producido a partir de los residuos sólidos orgánicos con el método de compostaje Takakura. Realizar un segundo estudio de caracterización para determinar cuánto genera cada persona después de participar en la investigación. Calcular en cuanto ha disminuido la cantidad de residuos orgánicos producidos en el segundo estudio de caracterización. 	Ha= El compostaje con el método Takakura ayudara en la reducción de residuos orgánicos de manera significativa del pueblo joven San Borja.	<p>V1: Elaboración de compost con el método Takakura</p> <p>V2: Reducción de residuos orgánicos del pueblo joven San Borja</p>	<ul style="list-style-type: none"> No experimental Longitudinal No probabilístico 	Residuos generados por el pueblo joven San Borja	<ul style="list-style-type: none"> Análisis fisicoquímicos Estudio de caracterización de residuos 	Se analizará semanalmente el compost 1 vez a la semana mediante gr_x y pruebas fisicoquímicas (pH, CE, relación carbono nitrógeno, temperatura) para poder observar y controlar el proceso. Estos análisis se realizarán en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo. Los resultados dados de los análisis se procesarán en el programa Microsoft Excel 2016 y SPSS. Y respecto al estudio de caracterización los resultados se darán en cuadros trabajados en el programa Microsoft Excel 2016.
				<p>DISEÑO</p> <p>Diseño de Investigación no Experimental</p>	<p>MUESTRA</p> <p>Residuos generados por las casas de la manzana E del pueblo joven San Borja</p>	<p>INSTRUMENTOS</p> <p>Todos los datos serán procesados por el programa Microsoft Excel 2016 y SPSS 24.</p>	

Figura 16. Matriz de consistencia