



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“PREPARACIÓN DE COMPOST PARA LA
ETAPA DE CIERRE DE MINA EN EL
PROYECTO CERRO NEGRO MINERA
YANACOCCHA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas.

Autores:

Segundo Erick Moreno Incil
Kalen Aleida Quiroz Vega

Asesor:

Ing. Roberto Severino Gonzáles Yana

Cajamarca – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Roberto Severino Gonzales Yana, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Moreno Incil Segundo Erick
- Quiroz Vega Kalen Aleida

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “PREPARACIÓN DE COMPOST PARA LA ETAPA DE CIERRE DE MINA EN EL PROYECTO CERRO NEGRO MINERA YANACOCCHA, 2018” para aspirar al título profesional de: INGENIERO DE MINAS por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** a los interesados para su presentación.

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Segundo Erick Moreno Incil y Kalen Aleida Quiroz Vega; para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "PREPARACIÓN DE COMPOST PARA LA ETAPA DE CIERRE DE MINA EN EL PROYECTO CERRO NEGRO MINERA YANACOCCHA, 2018"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Daniel Alejandro Alva
Huamán
Jurado
Presidente

Ing. Víctor E. Álvarez León
Jurado

Ing. Oscar Arturo Vásquez
Mendoza
Jurado

INDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ABSTRACT	8
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Limitaciones	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	14
CAPITULO 2. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Operacionalización de variables	16
2.1.1. <i>Hipótesis general</i>	16
2.1.2. <i>Hipótesis específicas</i>	16
2.1.3. <i>Variables</i>	16
2.1.4. <i>Operacionalización de variables</i>	17
2.2. Tipo de investigación	17
2.3. Diseño de investigación	18
2.4. Unidad de estudio	18
2.5. Población	18
2.6. Muestra	18
2.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	18
2.7.1. <i>Técnicas</i>	18
2.7.2. <i>Instrumentos</i>	20
RESULTADOS.....	21
2.8. Aspectos generales.....	21
2.8.1. <i>Ubicación:</i>	21
2.9. Componentes del Proyecto Cerro Negro.....	21
2.10. Procedimiento de Recepción de los Residuos Sólidos Orgánicos	21
2.11. Caracterización de generación de residuos.....	23
2.12. Diseño y Acondicionamiento de las Pilas de Compostaje.....	23
2.12.1. <i>Materias Primas del Proceso de Compostaje</i>	23
2.12.2. <i>Dimensiones de las Pilas de Compostaje</i>	25
Fuente: Elaboración Propia, 2018.....	27
2.13. Frecuencia de Volteos	28
2.14. Seguimiento de los Parámetros de Campo del Proceso de Compostaje.....	28

2.14.1.	<i>Control de Humedad</i>	29
2.14.2.	<i>Medición de la Temperatura</i>	30
2.14.3.	<i>Medición del pH</i>	31
2.15.	Toma de registros	32
2.15.1.	<i>Registro de residuos orgánicos</i>	32
	<i>Tabla 7</i>	32
3.8.2	<i>Registro de volteos y cosecha de compost</i>	34
3.8.3	<i>Registro de Requerimiento de compost del área de medio ambiente</i> ...	34
	<i>Tabla 9 Requerimiento de compost</i>	34
DISCUSIÓN		35
CONCLUSIONES		36
RECOMENDACIONES		37
REFERENCIAS		38
ANEXOS		40
	ANEXO n.º 2. Matriz de consistencia.....	41
	ANEXO n.º3 Cuadros y Tablas	42
	Fuente: Elaboración Propia, 2018.....	44
	<i>Tabla 7</i>	45
	<i>Tabla 9 Requerimiento de compost</i>	46
	ANEXO n.º 4. Fotografías.	47

DEDICATORIA

A nuestros padres.

Por habernos apoyado durante toda nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor, ing. Roberto Gonzales Yana, por habernos apoyado en el desarrollo de la tesis.

A nuestros profesores por habernos brindado los conocimientos necesarios para nuestra formación.

A la empresa Minera Yanacocha, por permitirnos ejecutar nuestro proyecto en las instalaciones de Cerro Negro.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las Variables.....	17
Tabla 2 Ficha de residuos orgánicos aprovechables	20
Tabla 3 Ficha de número de volteos y Cosecha de Compost.....	20
Tabla 4 Generación de Residuos Año 2018.....	23
Tabla 5 Relación C:N de Materiales Usados en Procesos de Compostaje	24
Tabla 6 Consideraciones generales del diseño e implementación de las pilas de compostaje.	27
Tabla 7 Registro de Residuos Orgánicos	32
Tabla 8 Control De Volteos Y Cosecha De Compost.....	34
Tabla 9 Requerimiento de compost.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Lugar de recepción de residuos orgánicos	47
Figura 2 Pesado y clasificación de los residuos orgánicos	47
Figura 3 Transporte de residuos y otros insumos	48
Figura 4 Pila de residuos orgánicos	48
Figura 5 Camas composteras	49
Figura 6: Generación de residuos hasta Abril del 2018.....	49
Figura 7: Relación de residuos orgánicos y estiércol.....	50
Figura 8: Diseño de la Conformación de la Pila de Compostaje Tipo 1.	50
Figura 9: Implementación de capas de compostaje.	51
Figura 10 Medición de temperatura.....	51
Figura 11: Fórmula para hallar el volumen de un paralelepípedo.	52
Figura 12 Dimensiones de las Pilas de Compostaje.....	52
Figura 13 Volteo de la Pila de Compostaje.	53
Figura 14 Humedad promedio del proceso de compostaje.	53
Figura 15 Termómetro Metálico de Compost.....	54
Figura 16 Medición de la Temperatura en las Pilas de compostaje	54
Figura 17 Humedad promedio del compost.	55
Figura 18 Solución: Muestra de Material de Compostaje y agua destilada	55
Figura 19 Medición de PH por comparación	56
Figura 20 PH Promedio del Compost.....	56
Figura 21 Registro de Ingreso de Residuos Orgánicos	57
Figura 22 Residuos orgánicos para compost.....	57
Figura 23 Llenado de residuos orgánicos para compost	58
Figura 24: Top soil para preparación de compost.....	59
Figura 25: Cosecha de compost.	59
Figura 26: Cosecha de compost.	60

RESUMEN

En Minera Yanacocha, en la etapa de cierre del proyecto Cerro Negro se contempló producir compost, teniendo como materia prima los residuos orgánicos generados en sus distintas operaciones. En esta tesis se tuvo como objetivo general determinar la cantidad de preparación de compost en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro, lo cual se va a lograr con los objetivos específicos. El tipo de investigación que se empleó es aplicada, la muestra utilizada es la cantidad de residuos orgánicos cocidos producidos desde octubre del 2017 hasta marzo del 2018. La técnica de recolección de datos contempla: la evaluación de la materia orgánica disponible, instalaciones, tamaño de las partículas, dimensiones de la pila de compostaje. Se concluyó que los residuos orgánicos aprovechables son generados principalmente en los comedores de Minera Yanacocha producto de los alimentos que se brinda a los trabajadores, posteriormente son trasladados a la zona de compostaje en el proyecto Cerro Negro, con la finalidad de aplicar este compost en la remediación de suelos de dicho proyecto. Se determinó que el proceso de compostaje es convencional, se utilizan los residuos orgánicos cocidos, pero también se le agrega estiércol de alpacas, para acelerar el proceso de descomposición. En el proyecto Cerro Negro se hicieron camas composteras de 5 metros largo, 1.20 metros de alto y 1.5 metros de ancho. Adecuadas para acelerar el proceso de descomposición, se intercalan los residuos orgánicos, estiércol y top soil.

Palabras claves: Compost, cierre de mina, residuos orgánicos, reciclaje.

ABSTRACT

En Minera Yanacocha, en la etapa de cierre del proyecto Cerro Negro se contempló producir compost, teniendo como materia prima los residuos orgánicos generados en sus distintas operaciones. En esta tesis se tuvo como objetivo general determinar la influencia de la preparación de compost en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro, lo cual se va a lograr con los objetivos específicos; realizando el diagnóstico de los residuos orgánicos, evaluando la generación de residuos orgánicos cocinados aprovechables, determinando la frecuencia de volteos y analizando el registro de cosecha de compost. El tipo de investigación que se empleó es aplicada, la muestra utilizada son la cantidad de residuos orgánicos cocidos producidos desde octubre del 2017 hasta marzo del 2018. La técnica de recolección de datos contempla: la evaluación de la materia orgánica disponible, instalaciones, tamaño de las partículas, dimensiones de la pila de compostaje. Se concluyó que los residuos orgánicos aprovechables son generados principalmente en los comedores de Minera Yanacocha producto de los alimentos que se brinda a los trabajadores, posteriormente son trasladados a la zona de compostaje en el proyecto Cerro Negro, con la finalidad de aplicar este compost en la remediación de suelos de dicho proyecto. Se determinó que el proceso de compostaje es convencional, se utilizan los residuos orgánicos cocidos, pero también se le agrega estiércol de alpacas, para acelerar el proceso de descomposición. En el mes de Marzo se obtuvo una alta cantidad de compost. En el proyecto Cerro Negro se hicieron camas composteras de 5 metros largo, 1.20 metros de alto y 1.5 metros de ancho. Adecuadas para acelerar el proceso de descomposición, se intercalan los residuos orgánicos, estiércol y top soil.

Palabras claves: Compost, cierre de mina, residuos orgánicos, reciclaje.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La Ley general de Residuos Sólidos establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

En lo que toca a al ámbito de la Ley 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, no contemplaba una visión integral de la gestión de residuos. A partir del año 2008, la Ley 27314 ha sido modificada por el Decreto Legislativo 1065, el cual introduce nuevos lineamientos de la política de residuos sólidos, entre ellos el previsto en el artículo 4.5 y en el 4.6:

- Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de residuos sólidos y su manejo adecuado.
- Fomentar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.

Como vemos con la modificación del artículo 4 de la Ley General de Residuos sólidos, comprobamos que hay un cambio en el enfoque del manejo de residuos sólidos, dando cabida al desarrollo de tecnologías eficientes en los procesos que comprende una adecuada gestión de estos materiales.

Minera Yanacocha localizada en el departamento de Cajamarca a 4000 msnm; donde se realizan las operaciones mineras, se producen diariamente

253 kg de residuos orgánicos domésticos, y al mes un promedio de 7590 kg. Producto de restos de comida de los 2 comedores de Minera Yanacocha. Estos residuos pueden generar problemas de contaminación ambiental si es que no son tratados adecuadamente, por ser putrescible, provocando atracción de vectores y generación de olores desagradables.

Minera Yanacocha, en la etapa de cierre del proyecto Cerro Negro contempló producir abono orgánico, compost, en el menor tiempo y costo posible, para aplicarlo en las áreas disturbadas, teniendo como materia prima los residuos orgánicos generados en sus distintas operaciones.

Si los residuos orgánicos no son aprovechados para el compost, generaría un alto costo para su disposición final en el relleno sanitario por una empresa prestadora de servicios (EPS) certificada.

Por tanto, he ahí que nace la propuesta basada en elaborar compost a partir de residuos generados en una unidad minera, el compost, como producto final de la transformación de los residuos orgánicos es muy útil para enriquecer el suelo natural en las áreas disturbadas, en el proyecto Cerro Negro y que, en su momento, tendrán que ser restauradas a las condiciones iniciales, el compost aportaría los nutrientes necesarios para el desarrollo vegetativo ante el cierre de mina. Así mismo, al tratar este tipo de residuos, estaríamos contribuyendo a prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios

1.2. Formulación del problema

¿Qué cantidad de compost puede producir Minera Yanacocha en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018?

1.3. Justificación

Esta investigación es importante y relevante porque no se centra exclusivamente en la descripción del proceso de compostaje de los residuos orgánicos generados en la Unidad Minera, sino que hace una evaluación de

los resultados cuantitativos del producto final obtenido de este proceso y su aprovechamiento en la etapa de cierre de mina.

La propuesta de elaborar compost a partir de residuos generados en Minera Yanacocha, podría ser un aporte para que otras empresas que, como subproducto de sus operaciones, generen residuos orgánicos, decidan optar por un tratamiento de los mismos, que sea eficiente, que reduzca sus costos derivados del manejo convencional de los residuos sólidos y que, además, provea los insumos necesarios para realizar las actividades de cierre de mina.

Con ello se estarían alcanzando beneficios no sólo económicos, sino aún más importante, ambientales y sociales, estos dos últimos aspectos de gran coyuntura en nuestra actualidad.

1.4. Limitaciones

La información cuantitativa base para la elaboración de esta tesis es limitada, por lo cual se tuvo que solicitar a los supervisores de esa área la entrega de dichos datos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la cantidad de compost que puede producir Minera Yanacocha en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de Residuos Orgánicos generados por Yanacocha para la producción de compost.
- Realizar el diseño de las pilas de compostaje

- Determinar la cantidad requerida de compost por Ha a Rehabilitar.
- Analizar el registro de cosecha de compost para el cierre de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Operacionalización de variables

2.1.1. Hipótesis general

Minera Yanacocha puede producir suficiente compost para ser utilizado en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018.

2.1.2. Hipótesis específicas

- La cantidad de residuos orgánicos producidos por minera Yanacocha es suficiente para producir compost.
- Si se analiza el registro de cosecha de compost se definirá si su producción abastece para la remediación de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha.

2.1.3. Variables

- Independiente: Preparación de Compost.
- Dependiente: Cierre de Mina

2.1.4. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de las Variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Cierre de mina	Independiente	Retornar las áreas alteradas por la operación a una condición estable y acorde con los usos de tierra comprometidos en los estudios y compromisos con los usuarios, previo a la operación minera.	Preparación de compost para cierre de mina	Forraje picado
				Estiércol
				Top soil
				Residuos orgánicos cocidos
Preparación de compost	Dependiente	Compost, es el producto final de la transformación de los residuos orgánicos es muy útil para enriquecer el suelo natural de las áreas donde se desarrollan las operaciones de la Unidad Minera.	Compost	Kg x Ha
			Pilas de Compostaje	Largo x Ancho x Alto
			Volteos de Cama compostera	N° de Volteos

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque se va a utilizar la generación de Residuos orgánicos producidos por la empresa Minera Yanacocha para producir compost.

2.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es descriptivo aplicativo, ya que se van a describir la generación de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos y se va a aplicar en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro en Yanacocha.

2.4. Unidad de estudio

1 TM de residuos sólidos orgánicos cocidos para compostaje en el Proyecto Cerro Negro.

2.5. Población

Todos los residuos orgánicos producidos en Minera Yanacocha

2.6. Muestra

Residuos sólidos orgánicos cocidos producidos desde el mes de octubre 2017 hasta marzo del 2018. El tipo de muestreo fue probabilístico en vista que cualquier residuo orgánico tenía la misma oportunidad de formar parte de la muestra.

2.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.7.1. Técnicas

- **Evaluación de la materia orgánica disponible.**

Antes de iniciar el proceso de compostaje, se realizó una evaluación de la ubicación de los residuos orgánicos. Además, un factor importante fue determinar la cantidad y calidad de la materia orgánica que se dispone semanal, mensual y/o anual, para elaborar un programa de producción de Compost.

- **Instalaciones.**

Se conformó una Pila de compostaje, de acuerdo a lo detallado anteriormente, se describirán los materiales utilizados y se

realizarán los cálculos de proporcionalidad para conocer la relación Carbono:Nitrógeno de partida:

- Tipo Compost: Este modelo de pila de compostaje, es el que se ha venido utilizando en Yanacocha, que representa nuestro caso de estudio. Los materiales utilizados fueron básicamente residuos sólidos orgánicos crudos y estiércol de alpacas.

Este material es generado como subproducto de las actividades de alimentación del personal (residuos orgánicos cocidos) y semanalmente se disponía de la cantidad promedio de 450 Kg de este tipo de residuos, los cuales fueron acondicionados en las pilas de compostaje, cabe mencionar, que previamente se realizó la segregación de estos residuos para evitar que en el proceso de compostaje existiesen materiales inadecuados como: huesos, restos de envases de plástico, cubiertos, etc., así mismo; se redujo el tamaño de la superficie de contacto de los residuos sólidos orgánicos, para que el proceso de compostaje, pueda llevarse a cabo, en el menor tiempo posible.

En el proyecto Cerro Negro se le ha asignado un espacio para la elaboración de Compost, a esta zona la denominaremos Compostera.

- **Tamaño de las partículas.**

En el proceso de compostaje el tamaño de los residuos orgánicos juega un papel muy importante. Las partículas demasiado grandes presentan poca superficie de contacto para ser atacadas por los microorganismos haciendo que el tiempo de procesamiento se alargue, el tamaño ideal de las partículas debe ser de 3 a 6 cm.

- **Dimensiones de la pila.**

Las dimensiones de las pilas de Compost influyen básicamente en la aireación y temperatura de la pila, y por lo tanto en la transformación adecuada del material orgánico.

2.7.2. Instrumentos

Los instrumentos a emplearse son:

Tabla 2 Formato de Ficha de residuos orgánicos aprovechables

Fecha	Residuo Orgánico COCINADO APROVECHABLE	PREPARACIÓN	
		Código de cama	Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018

Compost

Tabla 3 Formato de Ficha de número de volteos y Cosecha de

Código de cama	T°1 (°C) Fecha	T°2 (°C) Fecha	T°3 (°C) Fecha	T°4 (°C) Fecha	Cosecha (Kg) Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018

RESULTADOS

2.8. Aspectos generales

2.8.1. Ubicación:

Es una zona ubicada a 27 Km. De la ciudad de Cajamarca, en la zona Noreste de los Andes Peruanos con una elevación promedio de 3800 m.s.n.m.

La ubicación geográfica en Unidades Técnicas de Mercator (UTM) del cierre de mina Cerro Negro es:

Norte: 9 224 400

Este: 766 100

Altitud: 3 800 m.s.n.m.

2.9. Componentes del Proyecto Cerro Negro

Incluyendo los elementos que comprende las instalaciones de minas que comprende las siguientes áreas:

- Depósitos de desmonte de mina
- Depósitos de suelo orgánico (topsoil)
- Depósitos de material inadecuado de construcción

2.10. Procedimiento de Recepción de los Residuos Sólidos Orgánicos

La recepción de los residuos orgánicos es uno de los primeros pasos para iniciar el proceso de compostaje.

Los residuos sólidos orgánicos, son recepcionados en bandejas que cuentan con protección de geomembrana, éstas están diseñadas con un ángulo de inclinación para facilitar el desfogue de los lixiviados, previniendo así malos olores y atracción de moscas, así mismo se realiza el lavado de las mismas.

Así mismo estas bandejas son usadas para realizar la clasificación de los residuos, es decir nos permite separar aquellos residuos orgánicos que no son de rápida descomposición como carnes, huesos, pepas de palta, mazorcas de maíz, etc.

Una vez clasificado y pesado los residuos, son transportados hacia la cama compostera para realizar la mezcla con otros insumos (estiércol de alpacas, biolac, paja, topsoil)

Una vez que los residuos son ingresados a la cama compostera, son colocados por capas superpuestas, formando una pila de residuos orgánicos.

La zona para la elaboración de compost, se ubica a los 3800 m.s.n.m., para lo cual se diseñó y construyó camas composteras, con maderas recicladas, formando un rectángulo cerrado; el interior del rectángulo es protegido con geomembrana con el fin de mantener la temperatura promedio entre 55 y 60 °C , y los microorganismos puedan aceleren el proceso de descomposición de los residuos orgánicos.

Finalmente, las camas composteras son protegidas por una flexilona, para evitar el contacto con agua de lluvias, lo cual ocuparía los espacios que ocupa el aire y facilitaría la pudrición de los residuos.

2.11. Caracterización de generación de residuos

Minera Yanacocha alberga una de las áreas en las que se generan más residuos sólidos, es el área de Alimentación de Personal, a continuación, se presenta una tabla resumen de la generación mensual de residuos sólidos en kilogramos al mes:

Tabla 4 Generación de Residuos Año 2017 - 2018

Meses	No Peligrosos						
	Orgánicos kg	RAEE kg	Maderas en Kg	Metálicos	Generales	Vidrios	Papel y cartón
Octubre	3 472	716	54 846	1 345	3 456	75	1 126
Noviembre	3 315	524	65 784	2 645	4 365	95	1 345
Diciembre	3 975	978	12 456	754	4 784	45	2 354
Enero	3 013	817	36 765	3 278	3 942	84	931
Febrero	3 147	945	37 654	2 984	4 011	69	874
Marzo	4 312	2 324	94 875	4 174	4 365	67	1 196
Abril	4 856	1 357	66 234	3 165	4 623	59	1 067
TOTAL	26 090	7 661	368 614	18 345	19 941	579	7 068

Fuente: Minera Yanacocha área de Servicios Generales.

2.12. Diseño y Acondicionamiento de las Pilas de Compostaje

Las Actividades para el diseño de las pilas de compostaje involucra; el acondicionamiento de los residuos sólidos orgánicos (segregación y reducción de la superficie de contacto de los residuos con una superficie mayor a los cinco centímetros), implementación de las pilas de compostaje, volteos y riego de las mismas, disposición del compost obtenido y la posterior mezcla, de este material con el suelo orgánico del Depósito de Top Soil.

2.12.1. Materias Primas del Proceso de Compostaje

Para el presente trabajo de investigación, se consideró utilizar, como materias primas del proceso de compostaje, materiales accesibles, que no consideren una inversión económica

considerable y que su reaprovechamiento, signifiquen un aporte a la conservación del ambiente.

La relación Carbono:Nitrógeno del producto final del proceso de compostaje, depende principalmente de los materiales de partida, así mismo; se sabe que el rango ideal de la relación C:N para comenzar el compostaje es de 25:1 a 35:1. A continuación se presenta una Tabla resumen de diferentes materiales, comúnmente utilizados en los procesos de compostaje y sus respectivas relaciones Carbono:Nitrógeno:

Tabla 5 Relación C:N de Materiales Usados en Procesos de Compostaje

Nivel alto de Nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N Equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de Carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5:1	Estiércol vacuno	25:1	Hojas de árbol	47:1
Gallinaza pura	7:1	Top Soil	30:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Estiércol porcino	10:1	Estiércol alpaca	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
Desperdicios de cocina	14:1	Hojas de plátano	32:1	Forraje	180:1
		Restos de hortalizas	37:1	Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

Minera Yanacocha cuenta con alpacas de las cuales se obtiene el estiércol y se maneja un hato alpaquero de 101 alpacas y cada 4 días se realiza la cosecha de estiércol, que luego se utiliza para la elaboración del compost.

Para hallar el cálculo de proporcionalidad de la relación Carbono:Nitrógeno, de los materiales utilizados en la pila de compostaje, se han seleccionado los valores presentados en la Tabla 5 de los materiales disponibles y se ha calculado la

relación C:N de los materiales por separado, de la siguiente manera:

- Residuos Orgánicos (Desperdicios de cocina): 14:1
- Estiércol de Ganado: 32:1
- Forraje: 180:1
- Top Soil: 30:1

Utilizando los datos de la tabla anterior tenemos una relación cercana a 30:1. De esta proporción se tiene las siguiente cantidades para cada Pila de compostaje. 405 kg de forraje, 4050 kg de residuos orgánicos, 1012.5 kg de estiércol de alpaca y 405 kg de tierra orgánica. Para la formación de la pila de compostaje, se colocó como una fina base, la primera capa de tierra orgánica, seguidamente se conformó la segunda capa con el estiércol de ganado, la tercera capa, fue acondicionada con los residuos sólidos orgánicos y para completar la pila de compostaje, se dispuso una última capa con Forraje picado. Haciendo un total de 5872.5 kg de materiales a compostar.

2.12.2. Dimensiones de las Pilas de Compostaje

El diseño de las pilas de compostaje, fue ideado de manera tal, que se ajuste a la realidad de la empresa y que sea lo más acorde posible con las referencias bibliográficas revisadas con anterioridad, las que nos dicen que, las dimensiones de las pilas de compostaje influyen de manera significativa con respecto a la aireación, la temperatura y la humedad, y por lo tanto en la transformación adecuada del material orgánico.

Para determinar las dimensiones de las pilas de compostaje, es necesario tener conocimiento del volumen de los materiales a compostar, para ello hallamos primero la Densidad (d), expresada de la siguiente forma:

$$d = \frac{m (Kg)}{v (m^3)}$$

Donde:

d: Densidad

m: Masa expresada en Kg.

V: Volumen expresado en m³

En este caso, para hallar la densidad, recurrimos al uso de un balde de capacidad de 10 Litros, y lo llenamos con los materiales a compostar, lo que nos dio un peso de 6.795 Kg. (siendo el peso del balde 0.27 Kg.), lo que resulta en:

$$d = \frac{6.525 (Kg)}{0.01 (m^3)}$$

$$d = 652.5 \frac{Kg}{m^3}$$

Entonces el volumen de la pila sería:

$$652.5 \frac{(Kg)}{(m^3)} = 5872.5 \frac{(Kg)}{(m^3)}$$

$$V = 9 m^3.$$

Según el Manual del Compostaje de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el volumen mínimo para la conformación de pilas de compostaje es de 2 m³. Por lo que, el volumen obtenido es aceptable.

Para hallar las dimensiones ideales de nuestras pilas de compostaje, consideramos usar la fórmula de Volumen de un paralelepípedo, como medida aproximada del volumen de la pila, ya que esta forma es la que más se asemeja al diseño de nuestras pilas:

Teniendo en cuenta el espacio disponible para la conformación de las pilas de compostaje, se consideró un Largo de la pila de 5.00 m, así mismo; y se tomaron 1.20 m, como Altura de la Pila. Para hallar el Ancho recomendable, se usó la fórmula propuesta:

$$V \text{ paralelepípedo} = x \cdot y \cdot z$$

$$9 \text{ m}^3 = 5\text{m} \cdot 1.20 \text{ m} \cdot x$$

$$x = 1.5 \text{ m}$$

Las pilas de compostaje, quedaron conformadas de la siguiente manera:

- El ancho (A) de las pilas de compostaje fue de 1.5 m.
- El largo (L) fue de 5.00 m.
- La altura (H) de las pilas de compostaje, fue de 1.2 m.

A continuación, se muestra una Tabla resumen, de todas las consideraciones tomadas en el presente trabajo de investigación, para el diseño e implementación de las pilas de compostaje:

Tabla 6 Consideraciones generales del diseño e implementación de las pilas de compostaje.

Consideraciones Generales del Diseño de las Pilas de Compostaje	
Consideraciones	Pilas de Compostaje
	Proceso Convencional
Largo	5.00 m
Ancho	1.5 m
Altura	1.2 m
Materiales a Compostar	1° Capa: Tierra Orgánica
	2° Capa: Estiercol de alpaca
	3° Capa: Residuos Sólidos Orgánicos
	4° Capa: Forraje

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.13. Frecuencia de Volteos

Una vez que la compostera ocupara totalmente su volumen, se inicia con el proceso de volteos quincenalmente.

Esto depende de las condiciones climáticas, de la humedad de las pilas de compostaje y el aspecto del material que se está compostando.

El volteo que se realiza en las pilas de compostaje, es de vital importancia para el proceso del desarrollo microbiano, ya que los microorganismos requieren de oxígeno para poder degradar la materia orgánica.

Cabe mencionar que, después del armado de las pilas de compostaje y de cada volteo, las pilas se mantuvieron cubiertas, puesto que las temperaturas descendían considerablemente en horas de la noche y madrugada. Así mismo, era necesario mantener cubiertas las pilas de compostaje, durante el día, ya que; la radiación UV emitida por el sol, podía dificultar el desarrollo de las poblaciones microbianas en el proceso de compostaje.

Volteo de la Pila de Compostaje: Cada dos semanas, después de la conformación de la pila de compostaje, se realizaron los respectivos volteos. En las 5 primeras semanas se observó presencia notoria de los residuos sólidos orgánicos, que aún no se podían degradar. En los subsiguientes volteos, se observaba la reducción de los residuos sólidos orgánicos. En la semana 8, se apreciaba una mínima presencia de los residuos sólidos orgánicos.

2.14. Seguimiento de los Parámetros de Campo del Proceso de Compostaje

El seguimiento de la variación de los valores de los parámetros medibles en campo, a lo largo del proceso de compostaje, nos permite tener el conocimiento de que el proceso se esté desarrollando en óptimas condiciones, por ello es necesario realizar un monitoreo periódico en las pilas de compostaje.

Los parámetros tenidos en cuenta en este monitoreo, fueron:

2.14.1. Control de Humedad

La presencia de agua en el proceso de compostaje, es de suma importancia ya que los microorganismos que facilitan el proceso, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

El monitoreo de este parámetro se realizó con periodicidad cada dos semanas (en cada volteo de las pilas de compostaje) y se aplicó la técnica convencional, sugerida por la FAO: “Técnica del Puño Cerrado”, con el siguiente procedimiento:

- Se tomó una muestra del material de las pilas de compostaje con la mano. Para determinar una muestra representativa de la pila de compostaje, se consideró ubicar el punto medio de la pila de compostaje, tanto en superficie, como en la altura de las pilas.
- Al tener la muestra en la palma de la mano, se procedió a cerrar la mano, ejerciendo fuerza necesaria para mantener el puño cerrado por cinco segundos suficiente para poder cerrar en un puño.
- De acuerdo a la bibliografía revisada, se presentan diferentes situaciones que pueden ser las siguientes: Si con la operación descrita se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces podemos establecer que el material contiene más de un 40% de humedad. Si el material no gotea y cuando abrimos el puño de la mano permanece moldeado, estimamos que la humedad se presenta entre 20% y 30%, porcentaje óptimo de humedad. Finalmente, si abrimos el puño y el material se disgrega, asumimos que el material contiene una humedad inferior al 20%.

- Si se presenta el primer caso (escurrimiento de agua en forma de hilo, al tener el puño cerrado), se tiene un exceso de humedad por lo que se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja), caso contrario; si se presenta la tercera situación (el material queda suelto en la mano), entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de vegetales o césped).

Adicionalmente a esta medición, quincenalmente se midió la Humedad de manera experimental.

Es necesario mencionar, que las pilas de compostaje se mantuvieron cubiertas durante todo el proceso, esto para evitar que durante las horas de la mañana se pierda humedad por el efecto de la temperatura y los rayos de sol; y que, en horas de la noche, las bajas temperaturas afecten lo menos posible al proceso de compostaje. Así mismo, al tener cubiertas las pilas de compostaje, se evitaba que los rayos UV proveniente de los rayos de sol, alteren el desarrollo de las comunidades microbiológicas del proceso.

De la bibliografía consultada, se tiene que el rango ideal al comienzo del proceso de compostaje es de 50% al 60%; mientras que, en la fase termófila, se debe mantener un rango de humedad de entre el 45% al 55% y el rango ideal de humedad, en el compost maduro debería estar entre un 30% y 40%.

2.14.2. Medición de la Temperatura

La Temperatura es un parámetro que nos indica si en las pilas de compostaje se están desarrollando las fases evolutivas de las comunidades microbianas, encargadas de la degradación de la materia orgánica. Así mismo, se sabe que la temperatura en las pilas de compostaje inicia con un valor similar a la temperatura ambiente, con el paso de los días el valor aumenta por la marcada

proliferación de los diferentes microorganismos, una vez consumidas la mayoría de las reservas de Carbono y Nitrógeno la temperatura desciende hasta lograr estabilizarse en un valor promedio a la temperatura ambiente.

Para llevar el control de la temperatura en las pilas de compostaje, se llevó un registro de las mediciones realizadas en cada pila, con una frecuencia quincenal. La medición de la temperatura se realizó, utilizando un termómetro metálico de 35 cm, el cual se ubicó en el centro de la pila de compostaje, a una profundidad de 30 cm.

Desde la conformación de la pila de compostaje y durante todos los volteos realizados, se monitoreó el parámetro Temperatura in situ, teniendo como punto de monitoreo, el centro de la pila de compostaje e instalando el termómetro a 30 cm de profundidad, de la superficie de la pila.

Los resultados de los monitoreos realizados se resumen en la siguiente tabla:

Figura 17 temperatura promedio del compost . anexos

2.14.3. Medición del pH

El pH in situ, se determinó con el uso de cintas, método conocido como Indicador Universal de pH. Se tomó una muestra aleatoria de la pila de compostaje (se consideró tomar esta muestra del centro de la pila, a 40 cm de profundidad de la misma).

Se Agregó agua destilada en la proporción 1:2 (Muestra de la pila de compostaje : Agua), esto quiere decir que; se utilizó 10 mililitros de agua destilada por cada 5 gramos de muestra de la pila de compostaje. Se agitó el vial y se introdujo las cintas indicadoras de pH, por tres segundos; seguidamente se comparó las cintas con el Indicador Universal para determinar el valor de pH.

Como lo hemos visto en el desarrollo de los capítulos anteriores del presente trabajo de investigación, el pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6.0 – 7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5.5 – 8.0. Se sabe también que, el pH es un parámetro, cuyo desarrollo es directamente proporcional al desarrollo de la temperatura en la pila de compostaje. Por ello, se monitoreó el parámetro pH con una frecuencia quincenal, tomando una muestra del material de la pila de compostaje, diluyéndolo con agua destilada y realizando la comparación con el Indicador Universal de pH. De los valores registrados, se obtuvo el siguiente gráfico resumen: ver **figura 20** – anexos.

2.15. Toma de registros

2.15.1. Registro de residuos orgánicos

Tabla 7 Registro de Ingreso de Residuos Orgánicos

REGISTRO DE INGRESO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COCINADOS

RO Cocinado + forraje picado (pastos, malezas) 405kg + Top Soil (405 kg) + estiércol (1012kg)

Área compostera = 5m largo*1.5 ancho*1.20 altura Código: C= Composteras

Se elimina el 15% de los residuos orgánicos de degradación lenta

Fecha	INGRESO DE RO		PREPARACIÓN
	COCINADO (kg)	COD. DE CAMA	RO COCINADO + INSUMOS (kg)
lunes, 09 de octubre de 2017	500	C1	5872.5
lunes, 16 de octubre de 2017	470	C1	

lunes, 23 de octubre de 2017	420	C1	
lunes, 06 de noviembre de 2017	420	C1	
lunes, 13 de noviembre de 2017	460	C1	
lunes, 27 de noviembre de 2017	400	C1	
lunes, 11 de diciembre de 2017	450	C1	
lunes, 18 de diciembre de 2017	500	C1	
lunes, 25 de diciembre de 2017	430	C1	
TOTAL	4050	C1	
lunes, 01 de enero de 2018	395	C2	
lunes, 08 de enero de 2018	500	C2	
lunes, 15 de enero de 2018	370	C2	
lunes, 22 de enero de 2018	350	C2	
lunes, 29 de enero de 2018	370	C2	5822
lunes, 12 de febrero de 2018	390	C2	
lunes, 26 de febrero de 2018	355	C2	
lunes, 05 de marzo de 2018	470	C2	
lunes, 12 de marzo de 2018	400	C2	
lunes, 19 de marzo de 2018	400	C2	
TOTAL	4000	C2	

Fuente : Elaboración Propia, 2018

3.8.2 Registro de volteos y cosecha de compost

Tabla 8 Control De Volteos Y Cosecha De Compost

Área compostera = 5m largo*1.5 ancho*1.20 altura									CODIGO DE CAMA COMPOSTERA= C		
VOLTEOS									COSECHA 1		
COD. DE CAMA	N° de Meses	T°1 (°C)	T°2 (°C)	T°3 (°C)	T°4 (°C)	T°5 (°C)	T°6 (°C)	T°7 (°C)	COD. DE CAMA	Lun 30 Marzo Kg	Mar 29 Junio Kg
C1	Enero-marzo	55	60	65	50	40	20	12	C1	3373	
C2	Abril-Junio	50	65	66	55	45	20	14	C2		3322

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.8.3 Registro de Requerimiento de compost del área de medio ambiente

Tabla 9 Requerimiento de compost

FECHA	N° DE REQUERIMIENTO	CANTIDAD	AREA
02/04/18	0024-2018	2140 kg	CN - 20516 - 7 Ha
28/05/18	0025-2018	1200 kg	CN- 135246 – 4 Ha
25/06/18	0026-2018	2300 kg	CN- 345617 – 7.5 Ha
02/07/18	0027-2018	1050 kg	CN- 164523 – 3.5 Ha

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Se Adjunta cuadro de zonas a revegetar entregado por el área de medio ambiente de Minera Yanacocha - **Anexo 1**

DISCUSIÓN

Córdova en su tesis titulada: “Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes Unidad Minera del Sur” presenta como optimizar la producción de compost. En esta Tesis se investigó si la cantidad de residuos orgánicos generados por Yanacocha pueden ser utilizados para la elaboración de compost y a su vez aprovechados para la rehabilitación de suelos en la etapa de cierre de mina; esto es, si la cantidad de materia prima generada para el compost sostiene una producción constante y suficiente para abastecer las actividades de cierre de mina del Proyecto Cerro Negro.

El principal aporte de este estudio es demostrar si los residuos orgánicos generados por una actividad minera pueden aprovecharse de manera eficiente para las actividades de cierre de mina; dejando de lado los procesos convencionales de tratamiento de residuos.

Las investigaciones consultadas solo se basan en la optimización o la mejora de la calidad del compost, sin embargo, en esta Tesis se demuestra que si se utiliza adecuadamente los residuos orgánicos de una actividad minera se realizan actividades importantes como las de cierre de mina, rehabilitación de accesos y otros similares; sin la necesidad de incurrir en gastos por la compra de abonos u otros fertilizantes. Lo que conlleva a un ahorro significativo y un aporte ambiental y social a la actividad minera.

Se investigó los resultados de 2 camas composteras, pero se tiene implementadas 6 para optimizar el proceso de producción y la cadena de abastecimiento.

CONCLUSIONES

Por los resultados evidenciados en la presente Tesis se tiene las siguientes conclusiones:

- Cantidad Recibida de Residuos Orgánicos.
Residuos orgánicos cocidos = 8050.00 kg
- Cantidad cosechada.
Cosecha de 2 camas composteras = 6695.00 kg
- Requerimiento del área de medio ambiente de Yanacocha.
Requerimiento entregado, abril – junio = 6690.00 kg
- Área rehabilitada con compost.
Se rehabilitaron según el requerimiento de Yanacocha - 22 Ha
- Se determinó que de 5 toneladas de residuos orgánicos que ingresan a la cama composteras se obtienen un promedio de 3.4 toneladas de compost.
- Se determinó que el proceso de compostaje es convencional, se utilizan los residuos orgánicos, pero también se le agrega 1012.5 kg de estiércol para acelerar el proceso de descomposición.
- Se determinó que la cantidad producida abastece completamente los requerimientos del área de medio ambiente (6690 kg) para la rehabilitación de terrenos (22 Ha) en la etapa de cierre de mina.
- Se determinó que se utiliza en promedio 300 kg de compost por hectárea para el cierre de minas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Minera Yanacocha designar mayores recursos para continuar con la mejora de la utilización de sus residuos orgánicos; así se podrá llevar una producción óptima que resultará en un beneficio económico y ambiental considerable.
- Se recomienda tener en cuenta en tipo de suelo a rehabilitar para estimar mejor la cantidad de compost utilizado por Ha.
- Se recomienda difundir los datos obtenidos en la presente Tesis para que otros proyectos contemplen hacer lo mismo con la gestión de sus Residuos sólidos.

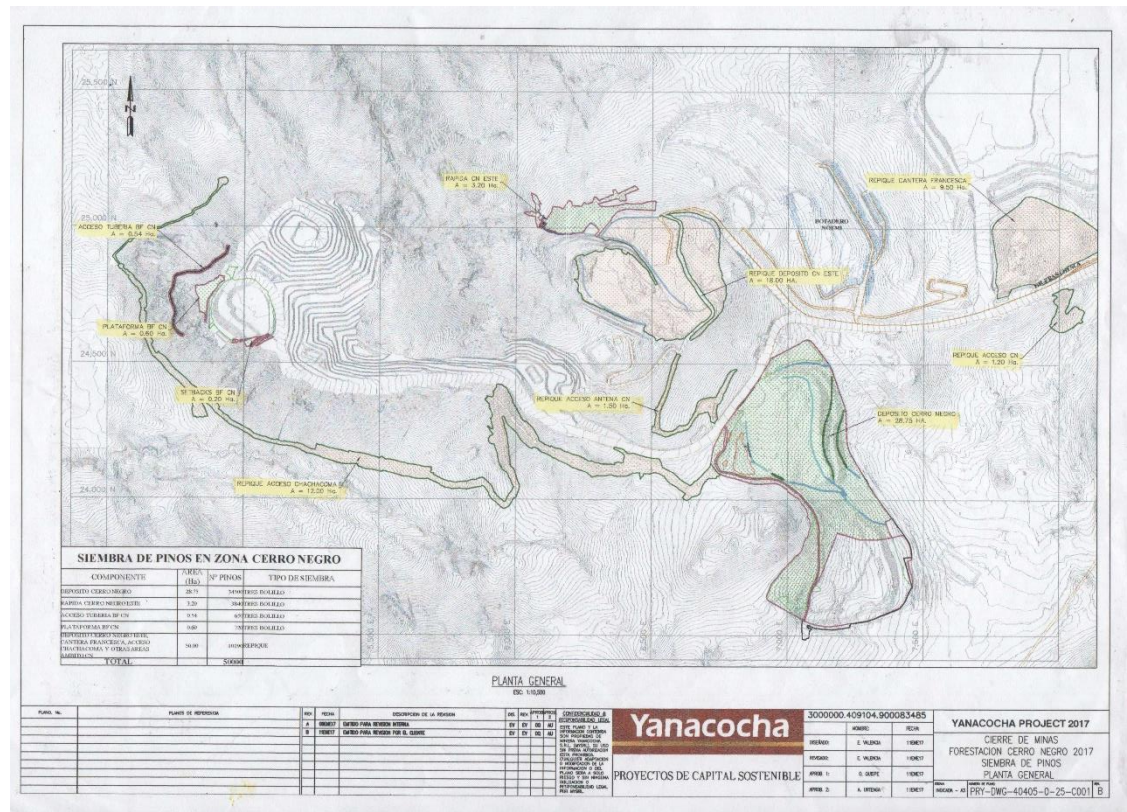
REFERENCIAS

- Córdova, L. (2016). Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes Unidad Minera del Sur. *Tesis profesional*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3086>
- Gallardo, K. (2013). Obtención de Compost a partir de Residuos Orgánicos Impermeabilizados con Geomembrana. *Tesis de maestría*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1222/1/gallardo_mk.pdf
- Hernández, R. (2006). Metodología de la Investigación. 5, 257-300. México : Interamericana Editores. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <https://www.esup.edu.pe>
- López, W. (2014). Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol. *Tesis profesional*. Tlaxcala, México: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11305/16.pdf>
- Rodríguez, S., & Salcedo, C. (2013). Seguimiento Proceso Compostaje Empresa Alfagres S.A. *Tesis profesional*. Soacha, Cundinamarca, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios Regional Soacha. Obtenido de <http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/2879/T>
- Roncal, A. (2013). Efecto de Cuatro Sustratos en la Propagación de la Vira Vira (*Senecio canescens* (Humb. & Bonpl.) Cuatr3c.) Mediante dos Tamaños de Hijuelos en Áreas de Cierre de la Explotación Minera en Cajamarca. *Tesis profesional*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/391/T%>

Villanueva, N. (2015). Aplicación de Tres Tratamientos en la Elaboración de “Compost” Utilizando Residuos Sólidos Orgánicos Generados en Minera Barrick. *Tesis profesional*. Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU>

ANEXOS

Anexo 1. Zonas a rehabilitar etapa de cierre de mina . Proyecto Cerro Negro – Yanacocho



Fuente: Minera Yanacocho

ANEXO n.º 2. Matriz de consistencia.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema principal: ¿Qué cantidad de compost puede producir Minera Yanacocha en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la cantidad de compost que puede producir Minera Yanacocha para la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018.</p>	<p>Hipótesis general: Minera Yanacocha puede producir suficiente compost para ser utilizado en la etapa de cierre de minas en el proyecto Cerro Negro minera Yanacocha, 2018.</p>	<p>Variable Independiente: Preparación de Compost</p> <p>Variable dependiente: Cierre de mina</p>	<p>Tipo de investigación El tipo de investigación es aplicada porque se va a producir compost con la finalidad de aplicarlo en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro, Minera Yanacocha.</p>
<p>Problemas secundarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el diagnóstico de los residuos orgánicos para elaborar compost y aplicarlo en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha? - ¿Cómo es la generación de residuos orgánicos cocinados aprovechables en el cierre de áreas disturbadas en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha? - ¿Cuál es la frecuencia de volteos en la generación de las camas composteras en el cierre de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha? - ¿Cuál es el registro de cosecha de compost en el cierre de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la cantidad de Residuos Orgánicos generados por Yanacocha para la producción de compost. - Realizar el diseño de las pilas de compostaje - Determinar la cantidad requerida de compost por Ha a Rehabilitar. - Analizar el registro de cosecha de compost en el cierre de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha. 	<ul style="list-style-type: none"> - La cantidad de residuos orgánicos producidos por minera Yanacocha es suficiente para producir compost. - Si se analiza el registro de cosecha de compost se definirá si su producción abastece para la remediación de áreas disturbadas, en la etapa de cierre de mina del proyecto Cerro Negro – Yanacocha. 		<p>Población Residuos orgánicos producidos en Minera Yanacocha</p> <p>Muestra Residuos sólidos orgánicos cocidos producidos desde el mes de octubre 2017 hasta marzo del 2018. El tipo de muestreo fue probabilístico en vista que cualquier residuo orgánico tenía la misma oportunidad de formar parte de la muestra.</p> <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de la materia orgánica disponible. - Instalaciones - Tamaño de partícula. - <u>Dimensión de la pila</u> <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de residuos orgánicos aprovechables. - Ficha de número de volteos.

ANEXO n.º3 Cuadros y Tablas

Tabla 10
Operacionalización de las Variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Cierre de mina	Independiente	Retornar las áreas alteradas por la operación a una condición estable y acorde con los usos de tierra comprometidos en los estudios y compromisos con los usuarios, previo a la operación minera.	Preparación de compost para cierre de mina	Forraje picado
				Estiércol
				Top soil
				Residuos orgánicos cocidos
Preparación de compost	Dependiente	Compost, es el producto final de la transformación de los residuos orgánicos es muy útil para enriquecer el suelo natural de las áreas donde actualmente se desarrollan las operaciones de la Unidad Minera.	Compost	Kg x Ha
			Pilas de Compostaje	Largo x Ancho x Alto
			Volteos de Cama compostera	Nº de Volteos

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 11 Generación de Residuos Año 2017 - 2018

No Peligrosos							
Meses	Orgánicos kg	RAEE kg	Maderas en Kg	Metálicos	Generales	Vidrios	Papel y cartón
Octubre	3 472	716	54 846	1 345	3 456	75	1 126
Noviembre	3 315	524	65 784	2 645	4 365	95	1 345
Diciembre	3 975	978	12 456	754	4 784	45	2 354
Enero	3 013	817	36 765	3 278	3 942	84	931
Febrero	3 147	945	37 654	2 984	4 011	69	874
Marzo	4 312	2 324	94 875	4 174	4 365	67	1 196
Abril	4 856	1 357	66 234	3 165	4 623	59	1 067
TOTAL	26 090	7 661	368 614	18 345	19 941	579	7 068

Fuente: Minera Yanacocha área de Servicios Generales.

Tabla 12 Relación C:N de Materiales Usados en Procesos de Compostaje

Nivel alto de Nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N Equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de Carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5:1	Estiércol vacuno	25:1	Hojas de árbol	47:1
Gallinaza pura	7:1	Top Soil	30:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Estiércol porcino	10:1	Estiércol alpaca	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
Desperdicios de cocina	14:1	Hojas de plátano	32:1	Forraje	180:1
		Restos de hortalizas	37:1	Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

Tabla 13 Consideraciones generales del diseño e implementación de las pilas de compostaje.

Consideraciones Generales del Diseño de las Pilas de Compostaje	
Consideraciones	Pilas de Compostaje
	Proceso Convencional
Largo	5.00 m
Ancho	1.5 m
Altura	1.2 m
Materiales a Compostar	1° Capa: Tierra Orgánica
	2° Capa: Estiercol de alpaca
	3° Capa: Residuos Sólidos Orgánicos
	4° Capa: Forraje

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Tabla 14 Registro de Ingreso de Residuos Orgánicos

REGISTRO DE INGRESO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COCINADOS			
RO Cocinado + forraje picado (pastos, malezas) 405kg + Top Soil (405 kg + estiércol (1012kg)			
Área compostera = 5m largo*1.5 ancho*1.20 altura Código: C= Composteras			
Se elimina el 15% de los residuos orgánicos de degradación lenta			
Fecha	INGRESO DE RO		PREPARACIÓN
	COCINADO (kg)	COD. DE CAMA	RO COCINADO + INSUMOS (kg)
lunes, 09 de octubre de 2017	500	C1	
lunes, 16 de octubre de 2017	470	C1	
lunes, 23 de octubre de 2017	420	C1	
lunes, 06 de noviembre de 2017	420	C1	
lunes, 13 de noviembre de 2017	460	C1	5872.5
lunes, 27 de noviembre de 2017	400	C1	
lunes, 11 de diciembre de 2017	450	C1	
lunes, 18 de diciembre de 2017	500	C1	
lunes, 25 de diciembre de 2017	430	C1	
TOTAL	4050	C1	
lunes, 01 de enero de 2018	395	C2	
lunes, 08 de enero de 2018	500	C2	
lunes, 15 de enero de 2018	370	C2	
lunes, 22 de enero de 2018	350	C2	
lunes, 29 de enero de 2018	370	C2	
lunes, 12 de febrero de 2018	390	C2	5822
lunes, 26 de febrero de 2018	355	C2	
lunes, 05 de marzo de 2018	470	C2	
lunes, 12 de marzo de 2018	400	C2	
lunes, 19 de marzo de 2018	400	C2	
TOTAL	4000	C2	

Tabla 15 Control De Volteos Y Cosecha De Compost

Área compostera = 5m largo*1.5 ancho*1.20 altura									CODIGO DE CAMA COMPOSTERA= C		
VOLTEOS									COSECHA 1		
COD. DE CAMA	N° de Meses	T°1 (°C)	T°2 (°C)	T°3 (°C)	T°4 (°C)	T°5 (°C)	T°6 (°C)	T°7 (°C)	COD. DE CAMA	Lun 30 Marzo Kg	Mar 29 Junio Kg
C1	Enero- marzo	55	60	65	50	40	20	12	C1	3373	
C2	Abril-Junio	50	65	66	55	45	20	14	C2		3322

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 16 Requerimiento de compost

FECHA	N° DE REQUERIMIENTO	CANTIDAD	AREA
02/04/18	0024-2018	2140 kg	CN- 20516 - 7 Ha
28/05/18	0025-2018	1200 kg	CN- 135246 – 4 Ha
25/06/18	0026-2018	2300 kg	CN- 345617 – 7.5 Ha
02/07/18	0027-2018	1050 kg	CN- 164523 – 3.5 Ha

Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO n.º 4. Fotografías.



Figura 1: Lugar de recepción de residuos orgánicos
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 2 Pesado y clasificación de los residuos orgánicos
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 3 Transporte de residuos y otros insumos
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 4 Pila de residuos orgánicos
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 5 Camas composteras
Fuente: Elaboración propia, (2018).

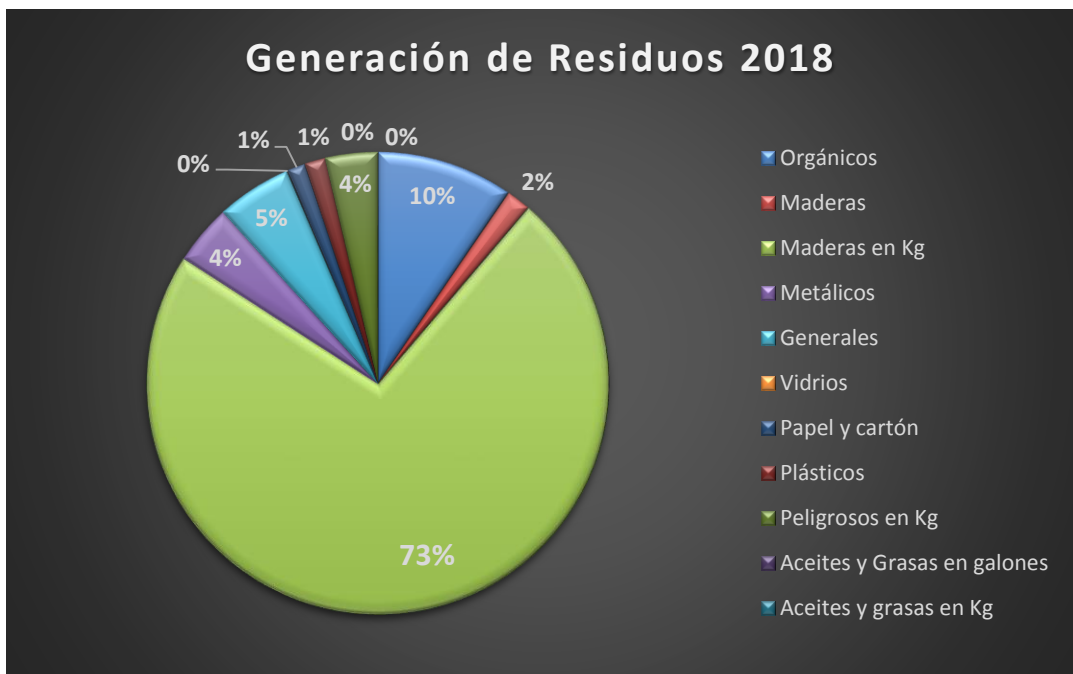


Figura 6: Generación de residuos hasta Abril del 2018.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

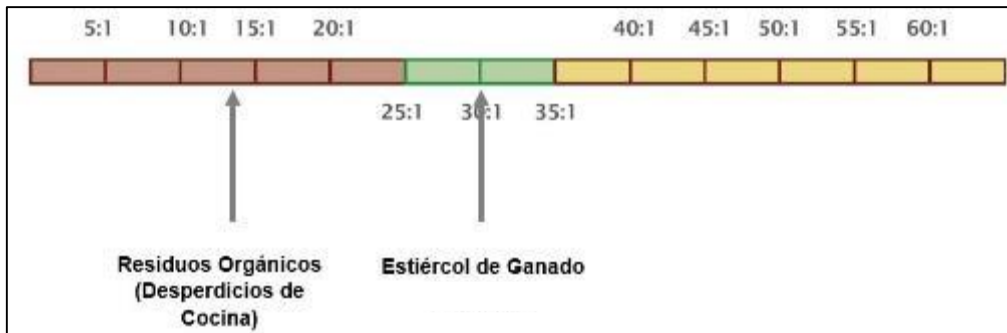


Figura 7: Relación de residuos orgánicos y estiércol.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.



Figura 8: Diseño de la Conformación de la Pila de Compostaje.

Fuente: Elaboración propia, 2018



Figura 9: Implementación de capas de compostaje.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 10 Medición de temperatura
Fuente: Elaboración propia, (2018).

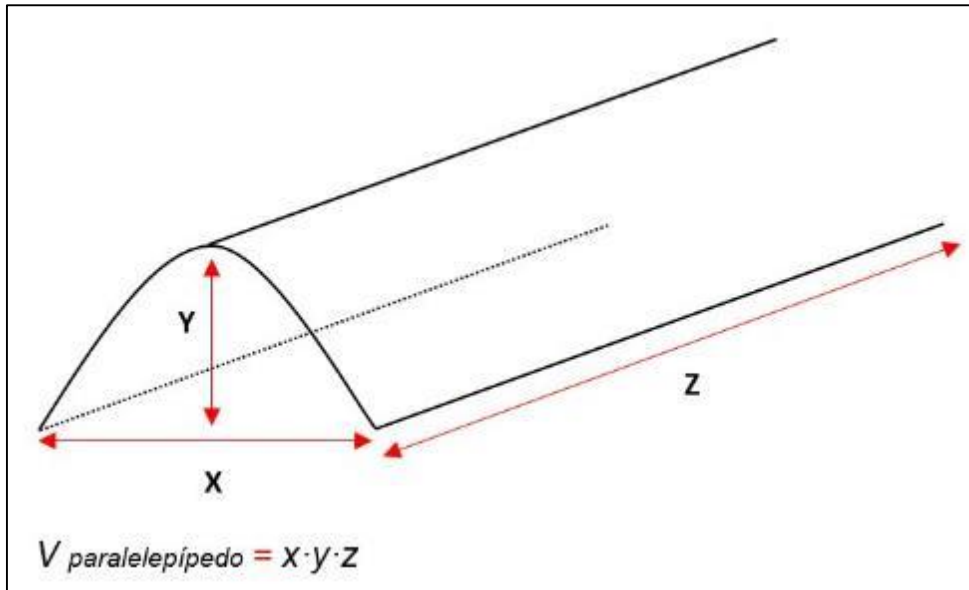


Figura 11: Fórmula para hallar el volumen de un paralelepípedo.
Fuente: Cuellar Carvajal, Juan Antonio (2005). Matemáticas II



Figura 12 Dimensiones de las Pilas de Compostaje
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 13 Volteo de la Pila de Compostaje.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

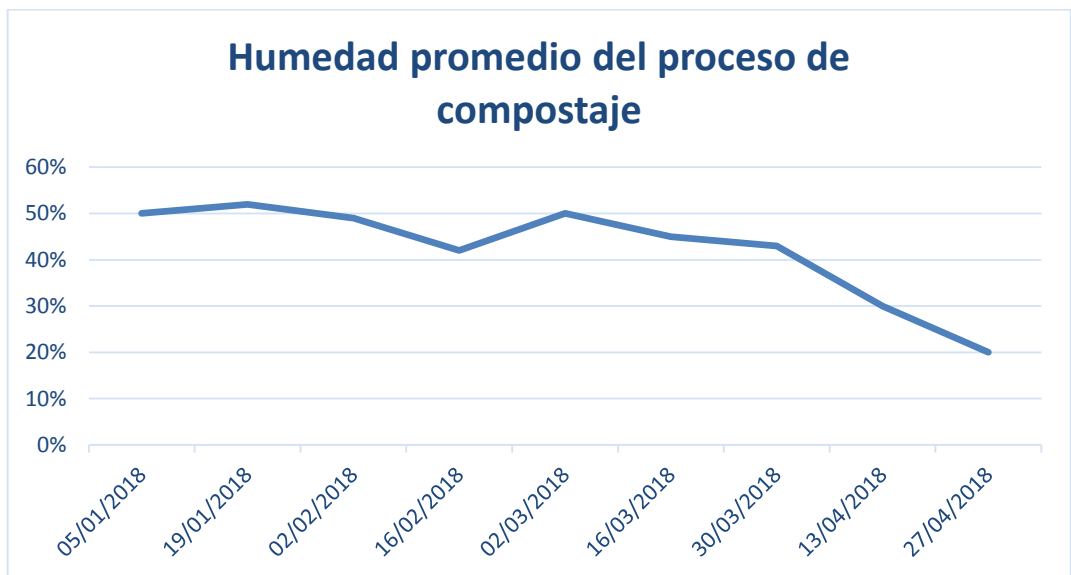


Figura 14 Humedad promedio del proceso de compostaje.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 15 Termómetro Metálico de Compost

Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 16 Medición de la Temperatura en las Pilas de compostaje

Fuente: Elaboración propia, (2018).

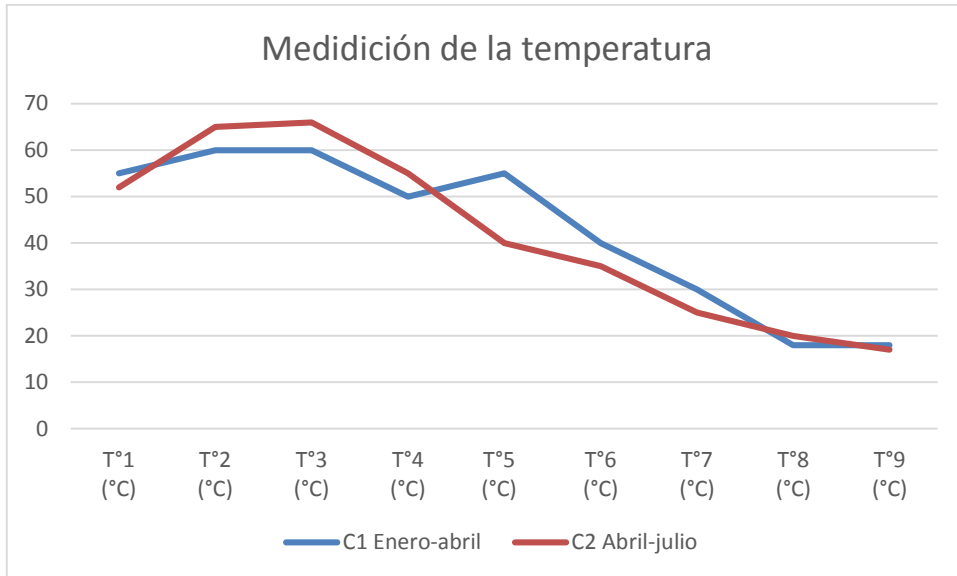


Figura 17 Temperatura promedio del compost.

Fuente: Elaboración Propia, 2018



Figura 18 Solución: Muestra de Material de Compostaje y agua destilada

Fuente: Córdova - 2017



Figura 19 Medición de pH por comparación

Fuente: Córdova - 2017

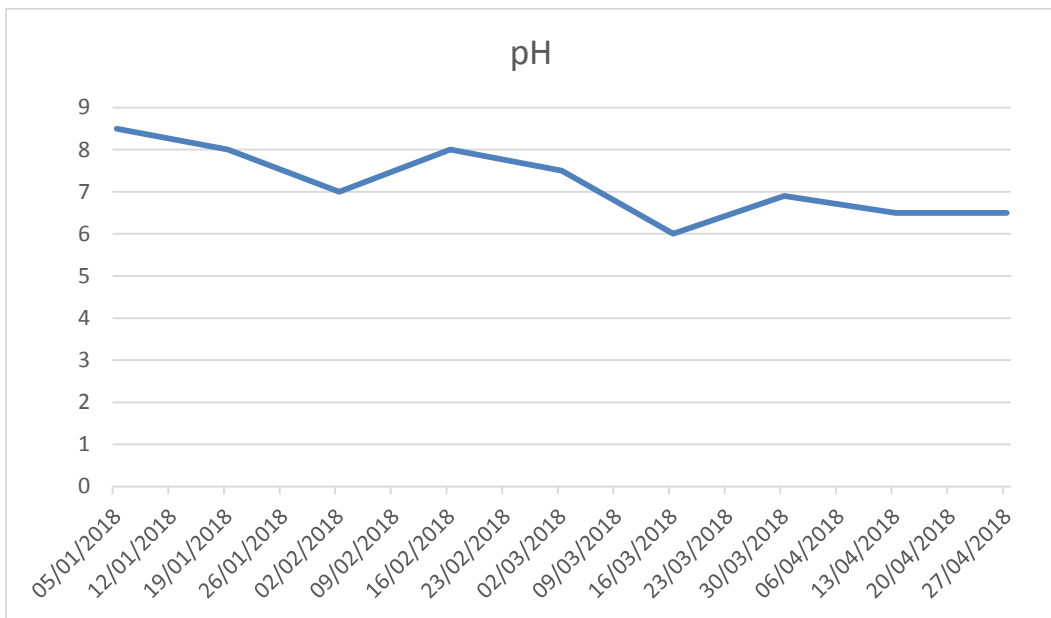


Figura 20 pH Promedio del Compost

Fuente: Elaboración Propia.

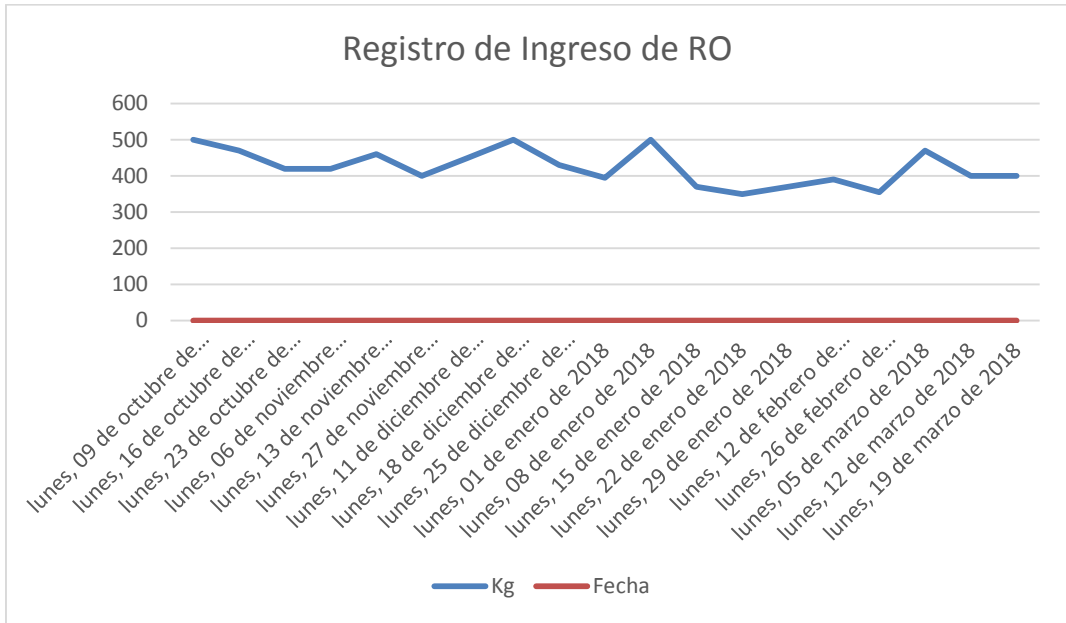


Figura 21 Registro de Ingreso de Residuos Orgánicos

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 22 Residuos orgánicos para compost

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 23 Llenado de residuos orgánicos para compost

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 24: Top soil para preparación de compost.
Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 25: Cosecha de compost.
Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 26: Cosecha de compost.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.