

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

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



**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE  
PROPUESTA DE REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO  
MUNICIPALES GENERADOS EN LA EMPRESA GANADERA  
INVERSIONES SERGIO Y TINA E.I.R.L.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

GARCÍA HUAMÁN VÍCTOR MANUEL

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

*Esta dedicatoria la hago a mis familiares quienes me apoyaron de manera constante para la realización del presente proyecto y en otras circunstancias de mi vida, y a las personas que formaron parte del trabajo.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS), por su valioso aporte durante todos estos años de estudios.

A la empresa ganadera Sergio y Tina E.I.R.L., por abrirme las puertas y el trato amable durante la realización del presente proyecto.

Agradecimientos especiales a mis profesores tanto de asesoría como de revisión Mg. Ing. Zanhy Leonor Valencia Reyes con su valioso apoyo para la realización del trabajo y Dr. Ing. Edgar Amador Espinoza Montesinos con sus invaluable aportes al trabajo.

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Justificación del problema .....	4
1.3. Delimitación del proyecto .....	6
1.3.1. Teórica .....	6
1.3.2. Temporal .....	6
1.3.3. Espacial .....	6
1.4. Formulación del problema .....	6
1.4.1. Problema general.....	6
1.4.2. Problemas específicos .....	6
1.5. Objetivos .....	7
1.5.1. Objetivo general .....	7
1.5.2. Objetivos específicos .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1. Antecedentes .....	8
2.2. Bases Teóricas .....	15
2.2.1. Ley nacional de gestión integral de residuos sólidos.....	15
2.2.1.1. Objetivo .....	15
2.2.1.2. Ámbito de aplicación.....	15
2.2.1.3. Principios de la ley de gestión integral de residuos sólidos .....	16
2.2.1.4. Herramientas para una administración adecuada de los materiales y la gestión de los residuos sólidos. ....	17
2.2.1.5. Eficiencia de los materiales y minimización en la fuente .....	17
2.2.1.6. Responsabilidad extendida del productor .....	18

2.2.2. Gestión y manejo de residuos sólidos municipales .....	19
2.2.2.1. Manejo integrado de residuos sólidos municipales .....	19
2.2.2.2. Registro de Información en el Sistema de Información para la Gestión de Residuos sólidos (SIGERSOL) .....	20
2.2.2.3. Manejo de residuos peligrosos municipales .....	20
2.2.3. Gestión y manejo de residuos sólidos no municipales .....	21
2.2.3.1. Manejo integrado de residuos sólidos no municipales .....	21
2.2.4. Generalidades sobre residuos solidos .....	22
2.2.4.1. Definiciones sobre residuos .....	22
2.2.4.2. Clasificación de los residuos sólidos .....	22
2.2.5. Residuos orgánicos .....	26
2.2.5.1. Impactos ambientales de los residuos orgánicos .....	27
2.2.5.2. Beneficios del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en términos de emisiones de gases de efecto invernadero .....	28
2.2.5.3. Otros beneficios medioambientales y socioeconómicos del aprovechamiento de residuos orgánicos .....	29
2.2.6. Residuos ganaderos .....	29
2.2.6.1. Problemática de los residuos ganaderos .....	30
2.2.6.2. Cuantificación de los residuos ganaderos: producción de excretas ganaderas .....	31
2.2.6.3. Residuos del sector bovino .....	32
2.2.7. Tecnologías para el Tratamiento de residuos orgánicos .....	33
2.2.7.1. Incineración .....	33
2.2.7.2. Gasificación .....	33
2.2.7.3. Fermentación .....	33
2.2.7.4. Vermicompostaje .....	33
2.2.7.5. Relleno sanitario .....	33
2.2.8. Compostaje .....	34

2.2.8.1. El proceso del compostaje .....	34
2.2.8.2. Factores que Afectan el Proceso de Compostaje .....	37
2.2.8.3. Criterios de calidad del compost .....	39
2.2.8.4. Características de los residuos a compostar .....	40
2.2.9. estudio de caracterización de residuos solidos .....	44
2.3. Definición de términos básicos .....	45
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA</b>	
<b>PROFESIONAL</b> .....	48
3.1. Modelo de solución propuesto .....	48
3.1.1. Delimitación legal del estudio .....	48
3.1.2. Actividad económica. ....	48
3.1.3. Ubicación de la empresa. ....	49
3.1.4. Estructura organizacional .....	51
3.1.5. Descripción del proceso de producción de leche .....	51
3.1.6. Áreas detectadas para el estudio de caracterización .....	52
3.1.7. Etapas de trabajo .....	57
3.1.7.1. Caracterización general de residuos sólidos generados en el proceso productivo en la empresa para tipo, peso y volumen. ....	57
3.1.7.2. segunda etapa, análisis de principales parámetros físico-químicos del principal residuo orgánico que se produjo en la empresa. ....	83
3.1.7.3. Tercera etapa, análisis de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento del estiércol vacuno generado en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	95
3.2. Resultados.....	100
3.2.1. Análisis del estudio de caracterización de residuos sólidos generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	100
3.2.2. Análisis de resultados de los principales parámetros físico-químicos. ....	102

3.2.2.1. Porcentaje humedad .....	102
3.2.2.2. Conductividad eléctrica.....	103
3.2.2.3. pH.....	104
3.2.2.4. Materia orgánica y cenizas .....	105
3.2.2.4. densidad real del estiércol método indirecto .....	106
3.2.2.5. densidad real del estiércol método de la probeta .....	107
3.2.2.6. Comportamiento de la C.E con la M.O. ....	108
3.2.3. Análisis de las tecnologías que se podrían aplicar en la empresa ganadera a modo de aprovechar el estiércol generado. ....	110
<b>CONCLUSIONES</b> .....	111
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	112
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	113
<b>ANEXO</b> .....	118

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema general de la generación, estimaciones para aprovechamiento y procesamiento de residuos orgánicos. Fuente (Caracterización y gestión de los RR. OO en América del Norte, 2017).....	27
<b>Figura 2.</b> Resumen del proceso de compostaje. Fuente Cueto (2017). .....	34
<b>Figura 3.</b> Diagrama de bloques del compostaje. Fuente Cueto (2017). .....	35
<b>Figura 4.</b> Tomado de Ruiz (2015). .....	35
<b>Figura 5.</b> Tomada de Domínguez (2010). .....	37
<b>Figura 6.</b> Etapas del proceso del estudio de caracterización de RR. SS. Fuente Resolución Ministerial N° 457 (2019). .....	44
<b>Figura 7.</b> Ubicación de la empresa ganadera. Fuente: Google earth (2019).....	50
<b>Figura 8.</b> Organigrama organizacional. Fuente: elaboración propia. ....	51
<b>Figura 9.</b> Área administrativa de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	52
<b>Figura 10.</b> Área de almacén y pesaje de vitaminas de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	52
<b>Figura 11.</b> Área de almacén de alimentos de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.....	53
<b>Figura 12.</b> Área de veterinaria y sanidad de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.....	53
<b>Figura 13.</b> Área de maquinaria de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	54
<b>Figura 14.</b> Área de cría de terneros y ordeño de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.....	54
<b>Figura 15.</b> Área de mezcla de químicos de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.....	55
<b>Figura 16.</b> Área de galpones (lugar de estancia de los animales) de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L. ....	55
<b>Figura 17.</b> Flujograma de entradas y salidas de materiales y proceso de producción.....	56
<b>Figura 18.</b> Manejo de residuos en el campo. ....	59
<b>Figura 19.</b> Residuos del área administrativa. ....	68
<b>Figura 20.</b> Residuos del área de Almacén y pesaje de vitaminas. ....	70

<b>Figura 21.</b> Residuos del área de almacén y procesado de alimentos. ....	72
<b>Figura 22.</b> Residuos del área de veterinaria y sanidad. ....	74
<b>Figura 23.</b> Residuos del área de Ordeño y crías. ....	77
<b>Figura 24.</b> Residuos del total de las áreas por 7 días. ....	79
<b>Figura 25.</b> porcentajes de residuos totales de áreas vs producción de estiércol. ....	80
<b>Figura 26.</b> Corral seleccionado para la toma de muestras. ....	84
<b>Figura 27.</b> Divisiones por regiones según tiempo de residencia. ....	85
<b>Figura 28.</b> Muestras de la región de un mes. ....	85
<b>Figura 29.</b> Muestras de la región de dos meses. ....	86
<b>Figura 30.</b> Muestras de la región de tres meses. ....	86
<b>Figura 31.</b> Toma de muestras superficiales y profundas, además de la mezcla compuesta en campo. ....	87
<b>Figura 32.</b> Materiales necesarios para la toma de muestras. ....	87
<b>Figura 33.</b> Análisis en laboratorio del porcentaje de humedad. ....	89
<b>Figura 34.</b> Análisis de la C.E en laboratorio. ....	90
<b>Figura 35.</b> Determinación del pH en laboratorio. ....	91
<b>Figura 36.</b> Medida de la densidad real en laboratorio. ....	92
<b>Figura 37.</b> Determinación de M.O y cenizas en laboratorio. ....	93
<b>Figura 38.</b> Generación de residuos en porcentaje. ....	101
<b>Figura 39.</b> Residuos totales de áreas vs producción de estiércol. ....	101
<b>Figura 40.</b> Valores de la humedad a través del tiempo. ....	102
<b>Figura 41.</b> Valores de C.E a través del tiempo. ....	103
<b>Figura 42.</b> Variación del pH a través del tiempo. ....	104
<b>Figura 43.</b> Relación entre M.O y cenizas a través del tiempo. ....	105
<b>Figura 44.</b> Correlación lineal de cenizas y M.O. ....	106
<b>Figura 45.</b> Variación de la densidad a través del tiempo. ....	107
<b>Figura 46.</b> Correlación entre la M.O y C.E ....	108
<b>Figura 47.</b> Comportamiento de la M.O con respecto a la C.E y al tiempo. ....	109

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rangos de generación promedio de residuos por región Kg/hab/día .....	3
<b>Tabla 2.</b> Tipos de residuos sólidos domiciliarios.....	23
<b>Tabla 3.</b> Emisiones de GEI procedentes de la disposición final de residuos orgánicos.....	28
<b>Tabla 4.</b> Posible reducción anual estimada de emisiones de GEI .....	28
<b>Tabla 5.</b> Producción de deyecciones animales por tipo de animal .....	32
<b>Tabla 6.</b> Parámetros de la calidad del compost .....	37
<b>Tabla 7.</b> Exigencias legales para la fabricación y venta de compost.....	40
<b>Tabla 8.</b> Relación C/N de algunos residuos orgánicos .....	41
<b>Tabla 9.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso de área administrativa.....	60
<b>Tabla 10.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de almacén y pesaje de vitaminas.....	61
<b>Tabla 11.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de almacén y procesado de alimentos.....	62
<b>Tabla 12.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Veterinaria y sanidad.....	63
<b>Tabla 13.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Mezcla de químicos.....	64
<b>Tabla 14.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Ordeño y cría.....	65
<b>Tabla 15.</b> Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de galpones (lugar de estancia del ganado) .....	66
<b>Tabla 16.</b> Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área administrativa	67
<b>Tabla 17.</b> Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Almacén y peso de vitaminas.....	69
<b>Tabla 18.</b> Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de almacén y procesado de alimentos .....	71
<b>Tabla 19.</b> Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de veterinaria y sanidad.....	73
<b>Tabla 20.</b> Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Mezcla de químicos.....	75

<b>Tabla 21.</b> <i>Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Ordeño y crías</i> .....	76
<b>Tabla 22.</b> <i>Densidad, tipo, peso y porcentaje del total de las áreas durante 7 días</i> .....	78
<b>Tabla 23.</b> <i>Pesos y porcentaje de generación del total de las áreas durante 7 días</i> .....	80
<b>Tabla 24.</b> <i>Cantidad de ganado vacuno de la empresa ganadera en estudio</i> .....	81
<b>Tabla 25.</b> <i>Estándares de peso y talla esperado para terneras, vaquillas y vaquillonas según raza</i> .....	81
<b>Tabla 26.</b> <i>Deyecciones anuales sólidas y líquidas del ganado vacuno</i> .....	82
<b>Tabla 27.</b> <i>Cálculos de la cantidad de estiércol producida en la empresa ganadera</i> .....	82
<b>Tabla 28.</b> <i>Análisis de ventajas, desventajas y oportunidades de tecnologías</i> .....	95
<b>Tabla 29.</b> <i>Registro del total de residuos generados en la empresa ganadera en 7 días</i> .....	100
<b>Tabla 30.</b> <i>Cálculos del porcentaje humedad del estiércol producido en la empresa</i> .....	102
<b>Tabla 31.</b> <i>Registros de la conductividad eléctrica</i> .....	103
<b>Tabla 32.</b> <i>Registros del pH</i> .....	104
<b>Tabla 33.</b> <i>Registro de porcentajes de cenizas y materia orgánica</i> .....	105
<b>Tabla 34.</b> <i>Cálculos de la densidad real del estiércol</i> .....	106
<b>Tabla 35.</b> <i>Cálculos de la densidad de sólidos por método de la probeta</i> .....	107
<b>Tabla 36.</b> <i>Registro de porcentajes de cenizas y materia orgánica</i> .....	108
<b>Tabla 37.</b> <i>Datos complementarios del estiércol vacuno</i> .....	110

## INTRODUCCIÓN

La Dirección general de salud y medio ambiente [DIGESA], (2004) menciona: que actualmente el tema de los desechos sólidos ha tomado dimensiones sociales, ambientales y económicas que pueden influir en la calidad de vida, las tendencias de consumo y de producción y hacer negocios por su potencial valor económico. En este proceso sistemático e institucional debe entenderse que el residuo sólido es un producto no intencionado derivados de las actividades individuales, colectivas y económicas, cuya peligrosidad se evidencia para la sociedad cuando su manejo compromete la salud, el ambiente y el bienestar de las personas. (p.7)

Por otro lado, de la definición de residuos y de la importancia de su generación y distribución. Se enfatiza el hecho de que al final a pesar los procesos de tratamiento y tecnologías anticontaminantes, siempre se contabiliza un aumento de residuos. De ahí arranca la necesidad del reciclaje (Xavier, 2012).

En cuanto a los residuos ganaderos Para la FAO, no son considerados como tales, sino como enmiendas, abonos o fertilizantes, es decir, materiales capaces de aportar al suelo un potencial importante de materia orgánica en adelante (M.O) y, por lo tanto, de energía para vida microbiana del suelo y pueda desarrollarse, y nutrientes para el desarrollo de las plantas. Los más importantes son los derivados del tratamiento de deyecciones de animales, estiércoles y purines, de ganado vacuno, por tanto, el aprovechamiento o reciclaje de estos materiales orgánicos residuales, además de aumentar la producción vegetal disminuye la producción de desechos y, por lo tanto, ayuda a controlar la contaminación y a proteger el medio ambiente (Red Española de Compostaje [REC], 2016, p.19).

Es así que en este trabajo se plantean soluciones con una visión de reciclaje y tecnologías de aprovechamiento de RR. SS en el ámbito no municipal, específicamente en el sector ganadero.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Para observar la problemática de la mala gestión de los desechos sólidos y su reaprovechamiento. Kaza, Yao, Bhada-Tata y Van Woerder (2018) aseguran con datos recopilados en el año 2016 la población mundial generó 0.74 kilogramos per cápita por día, alcanzando los 2.01 mil millones de toneladas en adelante (*Mt*) de RR. SS municipales y se espera que este número crezca a 3.40 mil *Mt* en 2050. (p,3)

La región del pacífico es la que genera la mayor parte de los residuos del mundo llegando a generar el 23%, en tanto el 50% del total de RR. SS son orgánicos conformado por alimentos y los desechos verdes en los países de ingresos medios, y en los países de altos ingresos alrededor del 32% (Kaza *et al.*, 2018, p.17).

La distribución de la generación per cápita por día de RR. SS según regiones a nivel mundial se muestran en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1***Rangos de generación promedio de residuos por región Kg/hab/día*

	<u>2016</u> <u>Promedio</u>	<u>Mín.</u>	<u>25th</u> <u>Percentil</u>	<u>75th</u> <u>Percentil</u>	<u>Máx.</u>
<b>África Sub sahariana</b>	0.46	0.11	0.35	0.55	1.57
<b>Asia oriental y Pacífico</b>	0.56	0.14	0.45	1.36	3.72
<b>Asia del Sur</b>	0.52	0.17	0.32	0.54	1.44
<b>Oriente Medio y África del Norte</b>	0.81	0.44	0.66	1.40	1.83
<b>América Latina y el Caribe</b>	0.99	0.41	0.76	1.39	4.46
<b>Europa y Asia central</b>	1.18	0.27	0.94	1.53	4.45
<b>Norteamérica</b>	2.21	1.94	2.09	3.39	4.54

*Fuente:* world Bank. What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050.

Podemos mencionar por los datos presentados por el Banco Mundial, que del promedio que muestra para América Latina y el caribe en adelante (ALC) el 50% aproximadamente está representado por residuos orgánicos en adelante (RR. OO).

En esta situación en ALC, la producción ganadera está en continuo asenso. En los últimos 10 años la producción de carne y leche se ha incrementado en corto tiempo, estando en primer lugar la crianza de aves de corral. Brasil está a la cabeza de la industria ganadera en ALC, en tanto otros países de la región están al alza. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (CEPAL, FAO, IICA, 2015).

En particular en los países que componen la subregión andina, la ganadería seguirá siendo fundamental para el desarrollo, esperándose que se produzcan mayores cantidades de leche, carne y aves, particularmente en Colombia y Perú (Domínguez, *et al.*, 2015).

En el Perú el total de RR. SS no municipales declarados ascendieron a 173 913 t - 1 606 506 t en 2010 y 2011 respectivamente, estos valores lo constituyen también los residuos peligrosos en adelante (RR. PP), lo cual demuestran un alto nivel de subregistro y omisión de información correspondientes a instalaciones productivas que hay en el país; los RR. SS en los años 2010 y 2011 de los Subsectores de Industria Manufacturera, Pesquera, y Agricultura, muestran mayor componente de M.O con 89.04% para el 2010 y desciende 2.22% para el 2011 (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2012).

En el País en los últimos diez años, el valor bruto de la producción agropecuaria creció a una tasa de 4.0% promedio anual, en respuesta al rápido crecimiento del subsector pecuario (5.4%), en contrapartida al subsector agrícola (3.2%). Siendo la producción avícola el de mayor crecimiento en el subsector pecuario, que incrementó a un ritmo de crecimiento anual de 8.0% (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017).

Viendo este escenario que a medida que incremente la población mundial o local, paralelamente a ella se incrementaría la explotación ganadera, tal como predice el Banco Mundial, y a la vez los residuos que se generen a raíz de esta actividad económica. Además, se tiene un problema importante de gestión adecuada de desechos de origen ganadero en nuestro país, ya que hay poca o nula legislación específica sobre este tema, con lo cual se hace más dificultoso. En este sentido es importante estudiar propuestas viables para la mejora de gestión ambiental de residuos ganaderos a través de técnicas apropiadas a cada realidad, entre las cuales el estudio de caracterización de los RR. SS orgánicos que se generen en este tipo de empresas y a la vez conociendo los datos se podría plantear alternativas de reaprovechamiento.

## **1.2. Justificación del problema**

Ante la situación crítica del manejo de los RR. SS en el mundo y especialmente en la región de ALC que solo se recicla el 4.5% del total de RR. SS., generados, en tanto el Perú no cuenta con información precisa ya que en el Cuarto Informe Anual de RR. SS., realizados entre 2010 y 2011, evidencia que se omitieron información respecto a la generación de RR. SS no municipales, por otro lado se determina que la composición del total de residuos generados es M.O con un 89.04% para el 2010 y desciende 2.22% en 2011; cabe señalar que en materia de RR. SS para el subsector ganadero no hay una normativa para el adecuado manejo de RR. SS y escasa información tecnológica para el aprovechamiento de RR. SS orgánicos generados en la ganadería.

La importancia del tema que se establece consiste en la aplicación de una metodología de caracterización, para determinar la cantidad de residuos generados en una empresa ganadera y poder proponer alternativas de solución a la mala gestión de RR. SS orgánicos ya que actualmente en el país se tiene poca

información al respecto del manejo de RR. SS orgánicos, particularmente la empresa Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., no gestiona sus residuos, entonces sería un aporte importante.

Esta investigación surge como resultado del poco conocimiento técnico y la falta de normativa en nuestro país del sector ganadero con respecto al manejo de RR. SS orgánicos, en respuesta a ello el trabajo consistirá en determinar el resultado caracterización de los RR. SS generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., y proponer una forma de reaprovechar estos residuos.

La investigación busca proporcionar información útil tanto a la empresa donde se está elaborando como también que sirva de apoyo o referencia para futuros trabajos similares a la comunidad académica o empresas dedicadas al rubro de la ganadería.

Debido a insuficientes estudios de alcance nacional sobre la gestión de RR. SS no municipales el presente trabajo trata de ser útil para dar conocimiento sobre metodologías para gestionar adecuadamente los RR. SS no municipales y proponer alternativas de reaprovechamiento.

Por otra parte, la investigación contribuye a ampliar y/o mejorar la información sobre gestión de RR. SS., de este tipo de empresas, para poder comparar con investigaciones similares y determinar una alternativa óptima para una determinada empresa dedicada al rubro de ganadería.

Tiene utilidad metodológica ya que a raíz de este podrían realizarse futuras investigaciones que utilizaran metodologías compatibles de manera que se pudieran realizar análisis conjuntos, comparaciones temporales y evaluaciones de las intervenciones que se llevaran a cabo para la gestión adecuada de RR. SS orgánicos, debido a esto sería posible llevarla a cabo.

### **1.3. Delimitación del proyecto**

#### **1.3.1. Teórica**

La realización del presente estudio busca proponer alternativas de reaprovechamiento viables a través de un estudio de caracterización de RR. SS, y de conocer sus parámetros físico-químicos, el cual está delimitada por la existencia de normativas legales como el decreto legislativo 1278 y su reglamento además del Decreto Supremo N° 016-2012-AG e investigaciones similares a la que queremos hacer. Específicamente son teorías referidas a la gestión de RR. SS y tecnologías para reaprovechamiento de los mismos.

#### **1.3.2. Temporal**

Este trabajo se realizó entre los meses de octubre y noviembre del año 2019, y constó de tres etapas.

#### **1.3.3. Espacial**

El presente trabajo se realizó en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., ubicada en el centro poblado Casa Pintada, Imperial, Cañete, Lima.

### **1.4. Formulación del problema**

#### **1.4.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado del estudio de caracterización de los RR. SS no municipales generados y que propuestas de reaprovechamiento se plantearía en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.?

#### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿Qué características tienen los RR. SS no municipales generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.?
- ¿Cuáles son los principales parámetros físico-químicos de los RR. SS no municipales a reaprovechar de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.?

- ¿Qué propuestas se plantearía para el reaprovechamiento de los RR. SS no municipales generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de caracterización de RR. SS no municipales generados y plantear propuesta de reaprovechamiento en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características de los RR. SS no municipales generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.
- Determinar los principales parámetros físico-químicos de los RR. SS no municipales a reaprovechar generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.
- Plantear propuestas para el reaprovechamiento de los RR. SS no municipales generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Concha (2014) concluyó que el distrito de estudio tiene una generación de 0.431 *kg/hab/día*, y que se producen un total de 21.5 *t/día* de RR. SS domiciliarios cuya densidad libre determinada en el estudio es de 130.95 *kg* por cada metro cúbico y densidad compactada de 389.00 *kg* por cada metro cúbico, teniendo como material constitutivo principal los RR. OO que se pueden reaprovechar como son restos de alimentos y vegetales con 62% y con un 14% de residuos sanitarios que no son reaprovechables. Nivel de contenido de agua llegando a 78.52% y una acidez de 6.7 esto se debe a que los materiales constitutivos mayoritarios son orgánicos como restos de alimentos y vegetales. Se obtuvo el poder calorífico equivalente de 1208.00 *kcal* por cada kilogramo, lo que quiere decir que tiene un alto potencial de uso para generación de energía. Los residuos domiciliarios que se generan en el distrito son altamente reaprovechables como insumo en el proceso de elaboración de compost ya que de acuerdo al estudio donde se usaron dos formulaciones diferentes, donde una muestra una relación carbono-nitrógeno de 9/1 lo que significa un compost débil y la otra muestra tiene un resultado de carbono-nitrógeno de 18/1 lo cual es ideal para la elaboración de un adecuado compost tanto para aplicar al suelo como para producción de humus.

Sánchez (2014) determinó que dentro de la totalidad de RR. OO que trata la planta de RR. SS el material constitutivo mayoritario es el estiércol de cuy con 63.33%, luego los rastrojos como alfalfa y hierbas con 15.10%, cascara de naranja con 3.39 % y otras de menor porcentajes. La densidad medida de los RR. SS fue de 250.04 *kg* por cada metro cúbico. De acuerdo a las medidas realizadas de los parámetros físico-químicos del compost muestra 1, se determinaron: *pH* promedio de 9.64, humedad 63.40%, O<sub>2</sub> 19.22%; estas medidas no se encontraron en el

rango óptimo de las normas internacionales latinoamericanas. En las evaluaciones realizadas del compost de las muestras 2 y 3 se determinaron los siguientes valores: Humedad 56.52 y 55.06% respectivamente, *pH* 9.78 y 9.90 respectivamente, O<sub>2</sub> 19.51%; estos resultados al ser comparados con las normas internacionales latinoamericanas se hallaron en un rango óptimo. Los procesos de producción del compost en cuanto a tiempo de inicio a fin de la muestra 2 y 3 fueron de 80 días, en tanto la muestra 1 tuvo un tiempo de proceso de principio a fin de 94 días esto se determinó con la estabilización de la temperatura. Se comprobó que si no se le da las condiciones idóneas de estructura, oxígeno y humedad al material orgánico a ser tratado influirá en el tiempo del proceso de compostaje.

Cachique (2017) menciona que la producción del distrital por persona fue 0.57 *kg/hab/día* y la producción total distrital fue de 1.75 *t/día* de RR. SS domiciliarios y de 0.178 *t/día* de RR. SS no domiciliarios, correspondiendo al 91% de RR. SS domiciliarios del total de residuos generados. Los materiales componentes en porcentaje fueron: materia orgánica 69.82%, papel 2.34%, cartón 3.51%, madera 1.07%, latas 2.77%, huesos 0.58%, residuos sanitarios 0.41, telas y textiles 4.98%, plástico (PET) 2.72%, plástico duro 3.79%, jebe cuero y caucho 2.39%. Sobre la densidad de los RR. SS domiciliarios que se obtuvo fue 215.05 *kg* por cada metro cúbico, luego del cálculo se tuvo, que la generación de RR. SS domiciliarios por día fue de 8.41 metros cúbicos. El porcentaje de los RR. SS domiciliarios y no domiciliarios fueron del 36 y 26% respectivamente.

Del Carpio (2017) determinó que la proporción en porcentaje de los materiales componentes de los RR. SS generados en el distrito de estudio fueron: M.O putrescible 42.65%, los otros componentes fueron porcentualmente menores se calculó que para el año 2016 la producción de RR. SS sería de 3557.42 *t*. La generación por persona al día de RR. SS en el distrito fue de 0.389 *kg*. Según encuesta hecha a 100 personas del distrito indica que, el manejo de RR. SS se realiza regularmente lo opinaron el 46%, que los RR. SS en el distrito se manejan adecuadamente con un 43%, que se manejan los residuos de manera inadecuada lo opinaron solo el 8%, sobre el tema de barrido las personas respondieron que debe mejorar con un 49% y el 37% opinaron que se debería mejorar el sistema de recojo. Que para el diseño de un relleno sanitario con una vida útil de una década

y media para el distrito en estudio se debería contar con un terreno de 2.9 hectáreas y para una instalación de una planta de compostaje un área de 24570 m<sup>2</sup>.

Trujillo (2017) señaló que luego de diseñar un horno piloto de doble tambor para el análisis del biochar de residuos avícolas, en el horno tuvieron condiciones de operación óptimas para la generación de biochar, cuya temperatura promedio fue de 540 grados centígrados y un tiempo entre 2.5-3 horas para la obtención un grupo de resultados mínimos para su evaluación. En cuanto a los rendimientos del biochar estos fueron mayores para para los biocarbones con un 61.52% y la pollinaza con 42.90%. Su densidad aparente no disminuyó de 0.33 gramos por centímetro cúbico, sobre los valores del *pH* estos tuvieron un alto índice de alcalinidad en las muestras de biochar, las cenizas halladas en el biochar de gallinaza fueron de 82.02 gramos por 100 gramos, esta fue mayor que en la pollinaza donde se obtuvieron 54.65 gramos por 100 gramos. La humedad que se determinaron en los biocarbones disminuyó a 0.7% en la gallinaza. En cuanto al contenido de K, P, C, Cu, Mg, Zn no hay diferencias a tener en cuenta entre las muestras del biochar de gallinaza y pollinaza, en cuanto al contenido de Ca, N, Mg y Fe si tuvieron diferencias considerables, para el contenido de, Na, Ca, Zn, Mg, Cu, Fe y P resultaron superiores en el biochar de gallinaza, finalmente en la comparativa de los siguientes elementos P, C, K, N y Mn fueron superiores en el biochar de pollinaza. Para una dosis del 3% de gallinaza y del 1% de pollinaza el índice de germinación fue de un 80.06% y de 62.82% respectivamente, mientras que en relación al crecimiento del tallo resultaron significativos para las dosis mencionadas, además resultaron significativo para ambas dosis en cuanto al peso fresco del tallo.

Guizado (2018) menciona que para los cuatro tratamientos se cumplieron los procesos bioquímicos necesarios en la elaboración de compostaje ya que la variación de temperatura y *pH* así lo indicaron. Se demuestra que se realizó adecuadamente por que durante el proceso de compostaje el *pH* se elevó considerablemente, disminuyó la conductividad eléctrica en adelante (*C.E*), la merma de humedad, la disminución de componente orgánico y el peso final. Se estabilizaron los nutrientes que el compost de calidad necesita. De acuerdo a las comparaciones de las normas internacionales para un compost de calidad, se cumplieron los parámetros a excepción del *pH* y la humedad los cuales pueden ser

manejados según requiera el proceso. La variable relevante para el desarrollo es el peso de las partículas pasadas por tamiz de 15 milímetros. Si los resultados son similares en cuanto a la presencia de los nutrientes N, P, K y peso final, se dirá que los tratamientos son iguales. Por tanto, se debe afirmar que el cuarto tratamiento es el mejor. El cuarto tratamiento tiene resultados óptimos mejores que los demás tratamientos con resultados en fracción degradada de 15 milímetros 75% de contenido de RR. OO frescos, 25% de gallinaza y sin material producto de la poda de césped.

Guerrero (2018) determinó que en cuanto a la clasificación de RR. OO que se presenta en la planta de compostaje normalmente fueron vegetales con un peso de 290 kg, el cual representa el 79%, dentro de las frutas los cítricos representan un 7%, papaya 5%, otros residuos de frutas 8% y las bolsas plásticas representan el 1%. En el proceso de operación la fase termófila duro 16 días llegando a una temperatura límite superior de 64 grados centígrados e inferior de 45 grados centígrados. En la fase mesófila II evoluciono en 9 días donde dentro de este rango de tiempo disminuyo la temperatura de 43 a 29 grados centígrados y se concluye que en total de tiempo que tomo el proceso de conversión de los materiales usados como frutas y verdura fue de 27 días. Se observó la mejora de resultados para este sistema respecto al *pH* registrando 7.04, material orgánico se obtuvo 32.32% incrementando en 1% respecto a otros, N alcanzo el 1.92% incrementando también en 1% con respecto a los otros en, este tratamiento el fosforo alcanzo el 1.92% mejorando a los otros dos tratamientos, el potasio alcanzo el 3.19% incrementando en 2% a diferencia de los tratamientos comunes que se hacen. El producto fue un abono de mayor calidad ya que se mejoró los parámetros esenciales para las plantas.

Al-Jarallah y Aleisa (2014) establecieron formalmente un peso y composición actualizados de varias fracciones de RR. SS urbanos generadas en Kuwait. Se constató que en los últimos 5 años se generó 1,01 kg / persona. Se realizó un muestreo directo utilizando el método estándar ASTM D5231-92 para determinar la composición de RR. SS urbanos. Los resultados del estudio indicaron que los desechos orgánicos son mayoritarios 44.4%, seguidos de película 11,2 y luego fibras corrugadas 8,6. Se constató que la temporada tuvo un efecto significativo en la composición ya que el verano tuvo una mayor proporción de RR. OO,

considerando que el invierno produce mayores proporciones de fibra ondulada, botella de PET, madera, metal y residuos de vidrio. Una comparación estadística con una línea base de caracterización de residuos publicada previamente de 1995 indicó que las proporciones de todas las categorías de residuos excepto los desechos metálicos han cambiado significativamente. Estos cambios significativos en la composición de los residuos indican una nueva tendencia en el estilo de vida de la población, que debe considerarse al planificar el tratamiento de residuos en el futuro escenario, Aunque la recopilación de datos muestrea en percentil y tonelaje son estadísticamente confiables, la idea de recopilar datos con un mayor nivel de detalle dentro de las subcategorías de residuos dominantes. Se requiere más análisis sobre las tendencias de los residuos con respecto a los sectores doméstico, comercial e industrial es necesario debido a que las opciones de tratamiento de RR. OO dependen del origen de los residuos, es importante determinar si los desechos orgánicos son pre o postconsumo y su contenido de humedad. Dicha información permitirá para comparaciones entre varias opciones, como el compostaje, producción de biogás o utilización como alimento para animales.

Awasthi, Pandey, Bundela y Khan (2015) mencionaron que la novedad de este trabajo es que exploramos la influencia de la acumulación de residuos combinados con residuos de afeitado de madera como herramienta útil para acelerar la actividad enzimática microbiana durante el compostaje. A partir de este estudio, se encuentran grandes diferencias entre la pila 1 y la 2 en relación con las actividades fisicoquímicas y enzimas microbianas, mientras que los parámetros de madurez mostraron que la tasa de degradación de la M.O de la pila 1 es muy rápida y el producto final está bien maduro en 28 días. Sin embargo, el residuo de afeitado de madera combinada con la acumulación de residuos agrícolas y Residuos de corte de patio parece ser un enfoque rentable prometedor para proporcionar información valiosa sobre la actividad enzimática y la madurez del compost.

Gu *et al.* (2015) determinaron en una ciudad china de Suzhou donde se realizó un estudio de seguimiento en cuatro fases de la producción y características de los RR. SS domésticos. Donde la tasa de generación fue de *g/hab/día* y la producción anual de RR. SS domésticos alcanzó 568 mil toneladas en Suzhou. Las principales categorías físicas de los RR. SS domésticos fueron respectivamente

residuos de alimentos 65.7%, papel 14.3% y plástico 8.9%. Los residuos compostables y los residuos reciclables representaron el 89.3% de la producción total de los RR. SS domésticos en Suzhou. Deben hacerse grandes esfuerzos para materializar los beneficios potenciales del patrimonio (sin considerar el coste de la separación entre Los residuos compostables y los residuos reciclables en este estudio) de la separación de fuentes, que podría alcanzar un beneficio económico anual de 15.9 millones de RMB, reducir 32.6 *Mt* de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> y ofrecer casi 3.500 oportunidades de empleo en Suzhou.

Hernández, Real, Delgado, Bautista y Velasco (2016) mencionan que el estudio afirma que la elaboración de compost con desechos agroindustriales es una manera recomendable para obtener material orgánico estabilizado, el cual permitirá el mantenimiento e incremento de M.O en el campo de cultivo e incrementar su fertilidad. Los desechos agroindustriales manejados correctamente, aplicando la técnica del compostaje disminuirá elementos de contaminación ambiental y generará un compost de mejor calidad, estable y útil para la agricultura.

Brito, Viteri y Guevara (2016) determinaron que terminado el desarrollo del compostaje se tuvieron los siguientes resultados 540 *kg* de material compostado y 460 *kg* de materiales perdidos. La obtención del producto duro 224 días mediante la técnica de biodegradación en un sistema abierto con apilamiento de los insumos. La duración total con el sistema de pilas fue de 224 días que consiste en la aplicación de la técnica de biodegradación en sistema abierto. Con los análisis físico-químicos, químicos y biológicos del compost se determinaron diversos parámetros, entre ellos determino un 49.59% de material orgánico, *pH* de 8.85, *C.E* de 2.20 y la tasa de germinación del 85.25%.

Adeniran, Nubi y Adelopo (2017) estimaron que la generación por día del campus de la Universidad de Lagos Akoka es de aproximadamente 32.2 t con el producto de polietileno que representa la mayor parte de los residuos 34%. Se estimó que los residuos universitarios son altamente reciclables 75%, con lo cual se requiere una política estratégica y la participación de la colectividad para disminuir las fuentes y mejorar el reciclado de los residuos. La caracterización de los residuos, como se destaca en este documento, permitió comprender mejor el patrón de generación de desechos en las instalaciones y cómo debería sensibilizar

a la comunidad para una mejor decisión sobre la estrategia sostenible en la gestión de residuos en el campus.

Taherymoosavi, Verheyen, Munroe, Stephen y Reynolds (2017) determinaron que los análisis tanto de las materias primas como de los biochars de los RR. SS urbanos podrían ser útiles para examinar las interacciones entre los RR. SS urbanos y el suelo una vez aplicados, además los resultados de este estudio sugieren que los componentes orgánicos, y sus interacciones con los compuestos minerales, fueron influenciados significativamente por el tratamiento térmico. La pirólisis de los RR. SS urbanos en bruto también produjo biochar con mayor contenido de C y mayor intensidad de grupos funcionales  $C-C/C-H/C=C$ , pero menor contenido de materia volátil y O. La naturaleza y la concentración de varias fracciones orgánicas también se vieron afectadas por la temperatura de pirólisis, como lo confirman los análisis. Aparte de la caracterización de los compuestos orgánicos, Los biochars basados en RR. SS urbanos deben aplicarse a los suelos y es necesario realizar más investigaciones para entender los beneficios agronómicos de diversos componentes orgánicos producidos a diferentes temperaturas de pirólisis.

Gayosso, Villanueva, Estrada y Garruña (2018) determinaron que el agregado de 20% de polvillo de coco con 80% de aserrín de pino que representa a la muestra M<sup>3</sup> y 20% de polvillo de coco con 40% de aserrín de pino y 40% de viruta de pino a la muestra M<sup>5</sup> se asemejan al producto comercial Sunshineagrolita, en cuanto a la distribución de partículas, densidad aparente y porosidad. La primera de ellas presentó mejor capacidad retención de agua total disponible, lo cual disminuiría la frecuencia de riego. Las mezclas en su totalidad con desechos orgánicos presentaron un *pH* y *C.E* en un rango óptimo recomendado suelos agrícolas. Estos agregados simbolizan buena opción como sustratos de bajo costo e impacto ambiental.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Ley nacional de gestión integral de residuos sólidos**

La ley de gestión integral de RR. SS fue establecido en el año 2017, la cual está vigente en la actualidad, para implantar derechos, facultades, deberes, y responsabilidades tanto de las instituciones públicas y privadas como de las personas naturales y jurídicas en el ámbito del territorio nacional, esta ley tiene el objetivo de inclinarse hacia el mejoramiento perseverante de la eficiencia en el uso de la materia prima, luego consolidar una gestión y administración de los desechos sólidos para que pueda ser económica, sanitaria y ambientalmente viables (Decreto Legislativo [D. L] N° 1278, 2017).

#### **2.2.1.1. Objetivo**

El principal de que se plantea en la ley de gestión integral de RR. SS es la de minimizar y/o prevenir la producción de los desechos sólidos en el lugar de origen luego de esto se pueden contemplar otras alternativas, como evidentemente es inevitable la generación de desechos en la ley se contempla que se priorice la recuperación y la valorización de los materiales, así como una valorización energética. A ejemplo de ello nos menciona la reutilización, el reciclaje, el compostaje, el coprocesamiento y otras alternativas que no supongan un riesgo a la salud de la población ni al ambiente. (D.L N° 1278, 2017, art.1)

#### **2.2.1.2. Ámbito de aplicación**

De acuerdo al D.L N° 1278 (2017) el ámbito de aplicación de la estudiada se establece para:

- Nos dice que la ley aplica a las actividades de producción, importación y distribución de bienes y servicios en todos los sectores del país.
- Toda actividad y procesamiento de la gestión y administración de RR. SS, desde la producción en el origen hasta su tratamiento final, esto incluye toda fuente de producción, destacando la valoración de los desechos. También alcanza las actividades como el internamiento, la acumulación, el tratamiento y el transporte de desechos por todo el Perú.
- Tiene alcance para la entrada, desplazamiento por el territorio peruano y salidas al exterior del país de los diferentes tipos de residuos, los cuales se

limitan por lo establecido en la estudiada ley, además respetar los pactos ambientales internacionales respaldos por la nación.

- Alcanza a los desechos y agregados oleosos producidos en trabajos que se hacen en medios acuático, en los navíos, en los artefactos navales, en las infraestructuras acuáticas y en todo embarque en general.
- Comprende zonas geográficas vulneradas por la deposición no adecuada de los RR. SS de origen municipal y no municipal.

### **2.2.1.3. Principios de la ley de gestión integral de residuos sólidos**

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 5 del D.L N° 1278 (2017), se mencionan estos principios:

#### *Principio de economía circular*

La valorización no debe limitarse únicamente al uso de los recursos, también se debe considerar todo el ciclo de productivo de bienes, procurándose el uso eficiente, la renovación y recobrar los recursos en el ciclo biológico y/o técnico dependiendo del caso.

#### *Principio de valorización de residuos*

La producción de desechos sólidos de las diferentes actividades de producción y consumo componen otra posibilidad de recurso económico, por consiguiente primaría su valorización, para esto se debe evaluar su beneficio en actividades como el reciclaje de materiales inorgánicos y/o metales, la producción energética, la generación de compost, de fertilizantes y otros procesos biológicos de recuperación de componentes para el mejoramiento o recuperación de suelos agrícolas, evitando en lo posible su inadecuada disposición final.

#### *Principio de la responsabilidad expandida del productor*

Significa promover que productores en general generen o utilicen productos con un enfoque ecoeficiente, a la vez disminuyan la producción de desechos y/o den facilidades para su valorización. De esta forma aprovechar los recursos sosteniblemente, reduciendo su posible impacto sobre el medio, también tienen responsabilidad de participar en los procesos del ciclo de vida.

### *Principio de responsabilidad compartida*

En el manejo integral de RR. SS es responsable de participar la sociedad en su conjunto de forma asociada y diferenciando tanto a los generadores como de los operadores municipalidades.

### *Principio de protección del ambiente y la salud pública*

En este principio se comprenden las medidas necesarias para el resguardo de la salud de las personas en concordancia con el derecho de vivir en un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida.

#### **2.2.1.4. Herramientas para una administración adecuada de los materiales y la gestión de los residuos sólidos.**

De acuerdo al Decreto Legislativo N° 1278 (2017) para la gestión adecuada de los materiales y gestión de los RR. SS se establecen instrumentos de gestión estratégicas, acuerdos, planes (a diferentes escalas gubernamentales) de gestión, planes educativos.

En el contexto no municipal se establece: planes de minimización de residuos, declaración anual de la minimización y manejo de RR. SS, estrategias de valorización de bienes relacionados a la responsabilidad extendida del productor.

Para el aporte de la información sobre RR. SS se han creado diversos sistemas tales como: (SIGERSOL), el registro de las empresas que prestan servicios sobre la gestión de RR. SS, inventario a nivel nacional sobre terrenos contaminados por disposición incorrecta de RR. SS, entre otras.

#### **2.2.1.5. Eficiencia de los materiales y minimización en la fuente**

##### *En la utilización de materiales y ciclo de vida*

se debe favorecer la utilización eficiente de los materiales e insumos en todos los sectores productivos, buscando la mayor productividad posible, previniendo la producción de RR. SS mediante el eco-diseño, mejora de los procesos de producción, innovación, aplicaciones tecnológicas para la mejora y aprovechamiento de los residuos que signifiquen materia prima directamente aprovechables (D. L. N° 1278,2017).

### *Aprovechamiento de material descartables originados en actividades productivas*

está determinado por; los materiales que se descartan en las diversas actividades de producción las cuales son aprovechadas por las mismas actividades, el proceso investigativo y desarrollo, alternativas económicas parecidas a la valorización de residuos, estos residuos pueden ser trasladados a actividades donde se les aprovecharán, sin restricción ya que no aplican normativas sobre RR. SS en el presente decreto ni su reglamento (D. L. N° 1278, 2017).

Sin embargo, la actividad de traslado de RR. SS dentro del país se deberá regir de acuerdo a las normas de transporte de mercaderías, la cual lo establece el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), y gobierno regional y local.

### *Orientación general para el eficiente uso de materias primas y disminución de residuos*

El adquirir bienes y prestar servicios por el estado en todos sus niveles gubernamentales se debe orientar a la utilización eficiente del material primario y energía, además de reducción de sus RR. SS.

#### **2.2.1.6. Responsabilidad extendida del productor**

##### *Consideraciones generales*

De acuerdo al D. L. N° 1278 (2017) todos aquellos que participen en las actividades económicas activamente deberían involucrarse en las etapas del ciclo de vida del proceso productivo, por lo cual podrían considerar medidas para mejorar el uso eficiente de los materiales y eco-diseño para los productos, prevenir la producción de residuos en sus respectivos procesos productivos, gestionar adecuadamente sus residuos generados, privilegiando la recuperación y valorización.

##### *Convenios con municipalidades*

Todos aquellos que participen en las actividades económicas activamente tienen la facultad de realizar convenios para con los municipios o empresas operadoras de RR. SS que se dediquen a la separación en fuente, recolección,

operación y/o establecimiento para acopio y almacenamiento de residuos priorizados y otras acciones que viabilicen el cumplimiento del presente decreto legislativo.

## **2.2.2. Gestión y manejo de residuos sólidos municipales**

### ***2.2.2.1. Manejo integrado de residuos sólidos municipales***

De acuerdo al D. L. N° 1278 (2017) las responsabilidades municipales sobre los RR. SS en el ámbito peruano deberían coordinar y concertar prioritariamente en lugares con conurbación, en concordancia con las gestiones de las autoridades de diferentes niveles y políticas de desarrollo. Las municipalidades provinciales deben ejecutar acciones adecuadas e implementar de esta disposición, asumiendo medidas para acciones mancomunadas, pactos de ayuda mutua entre instituciones, suscripciones de contrato de concesión y otras formas permitidas por ley, con el objetivo de la mejora de servicios de RR. SS.

En responsabilidad de sus funciones, los concejos municipales de nivel provincial y distrital deberían aprobar la tasa de arbitrios por los conceptos de servicios de limpieza pública. De la misma manera, los concejos municipales deberían aprobar estrategias con el fin de privilegiar la sostenibilidad financiera de los servicios de limpieza pública, incrementar la recaudación y disminuir las deudas. En el caso de insuficiencia, deberían otorgar el dinero suficiente para financiar la sostenibilidad del servicio de RR. SS, afectando los presupuestos disponibles.

Dentro de los planes de RR. SS que delineen e implanten los municipios, se deben considerar la caracterización, abrazar objetivos reales de segregación y valorización, tender a una perspectiva de género e inclusión social y suscitar el trabajo local. De la misma forma, deben implicar la participación vecinal responsable.

De acuerdo al D. L. N° 1278 (2017) los municipios, en armonía con las políticas nacionales deberían facilitar información y estimar constantemente los efectos de su gestión, los que deberían cuantificarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- Amplitud para servicios de limpieza y recolecta.
- Disminución de manera graduada de la cantidad de RR. SS que tiene como fin la disposición final.
- Incremento graduado de los RR. SS cuyo fin son los procesos de valorización, como, el reciclaje, el compostaje, entre otros.
- Incrementar la formalización de las asociaciones de recicladores.
- Recaudación de arbitrios.
- Prestación de servicios de calidad.

#### **2.2.2.2. Registro de Información en el Sistema de Información para la Gestión de Residuos sólidos (SIGERSOL)**

De acuerdo al Decreto Supremo [D. S] N° 014 (2017) el MINAM administra el SIGERSOL para dar facilidad de registro, proceso y divulgación de información con respecto a la gestión de los RR. SS. Tienen acceso autoridades que tratan con la información que se registre en el SIGERSOL para gestionar y realizar sus deberes de fiscalización en tema de RR. SS.

Los municipios, empresas operadoras de RR. SS y productores del ámbito no municipal debe quedar registrado su información en tema de RR. SS en el SIGERSOL, de acuerdo a:

- Los municipios de nivel provincial y distrital informan lo que correspondan al año anterior sobre la gestión de los RR. SS en el ámbito municipal.
- Las empresas operadoras de RR. SS deben mostrar un Informe de operador sobre el manejo de RR. SS cada tres meses, con datos de cada mes.
- El quien genere RR. SS no municipales está obligado a declarar anualmente sobre disminución y gestión de RR. SS no municipales que correspondan al año anterior, durante los primeros 15 días hábiles del mes de abril de cada año; de la misma manera con los RR. SS peligrosos.

#### **2.2.2.3. Manejo de residuos peligrosos municipales**

De acuerdo al D. L. N° 1278 (2017) estos residuos deberían manejarse de manera que estos sean seleccionados y separados como parte del servicio de limpieza pública. La actividad se regula mediante el presente Decreto Legislativo.

### **2.2.3. Gestión y manejo de residuos sólidos no municipales**

#### **2.2.3.1. Manejo integrado de residuos sólidos no municipales**

Toda persona participante en el manejo de RR. SS en el contexto de la gestión no municipal, tiene la responsabilidad de manejar de manera segura, sanitaria y ambientalmente viable, también por las zonas degradadas por residuos, respetando lo implantado en la presente ley, su reglamentación, normas y normas técnicas correspondientes (D. L. N° 1278, 2017).

De acuerdo a la Ley General del Ambiente, todas las personas que participen en el manejo de RR. SS y que genere impacto negativo al medio tienen la obligación de tomar sin excusas medidas necesarias para su restauración, rehabilitación o reparación dependiendo de cada caso o cuando lo misionado no fuera posible, debe resarcir en términos ambientales los perjuicios producidos.

Estas son las obligaciones de los que generan residuos no municipales:

- Tienen la obligación manejar selectivamente los RR. SS generados, realizando caracterización según criterios técnicos que más se ajusten a las propiedades del residuo, haciendo diferenciación los peligrosos de los no peligrosos, los residuos valorizables y los RR. SS no compatibles.
- Tener infraestructuras como contenedores que sean adecuados para acopio y almacenamiento correcto de los RR. SS desde la generación, evitando el impacto negativo del lugar o la exposición del personal propio o externo, a posibles riesgos a su salud y seguridad.
- Implantar estrategias y acciones con tendencia a la valorización de los RR. SS como opción primaria de manejo y gestión.
- Tomar medidas tendientes para tratar y disponer adecuadamente de los RR. SS que produzcan.
- Registrar internamente la producción y gestión de los RR. SS en los centros de producción, bajo su responsabilidad con el fin de cumplir con la declaración anual de manejo de RR. SS.
- Dar parte anualmente al SIGERSOL, sobre la declaración de manejo de RR. SS.
- Mostrar el plan de manejo de RR. SS, cuando se realicen modificaciones que se ha establecido en el instrumento de gestión de medio ambiente aprobado.

- Presentar el o los manifiestos de manejo de RR. PP.
- Cumplir con obligaciones sobre RR. SS, establecidas en las normas de este decreto legislativo.

#### **2.2.4. Generalidades sobre residuos solidos**

##### **2.2.4.1. Definiciones sobre residuos**

Xavier (2012) afirma. “Residuo es aquella sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la actividad principal” (p.18).

##### **2.2.4.2. Clasificación de los residuos sólidos**

*Por su origen*

*Residuos domiciliarios*

De acuerdo a la Ley N° 27314 (2000) se definen como residuos que se producen en el contexto domestico realizadas en los domicilios, los cuales comprenden tanto a los RR. SS orgánicos e inorgánicos (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).

**Tabla 2***Tipos de residuos sólidos domiciliarios*

<b>Tipos</b>	<b>ejemplos</b>
<b>Orgánico</b>	Restos vegetales; provenientes normalmente de la cocina, como cáscaras de frutas y verduras. Excrementos de animales menores.
<b>Papel</b>	Hojas de cuadernos, revistas, diarios, libros.
<b>Cartón</b>	Cajas gran o pequeño espesor.
<b>Plásticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PET (polietileno tereftalato): botellas de gaseosas, cosméticos, empaques de aparatos electrónicos.</li> <li>• HDPE o PEAD (polietileno de alta densidad): botellas de champú, botellas de yogur, baldes, bolsas de aparatos electrónicos, jabs de cervezas, bateas y tinas.</li> <li>• PVC (cloruro de polivinilo): tubos, botellas de aceite, aislantes eléctricos, pelotas, etc.</li> <li>• LDPE - PEBD (polietileno de baja densidad): bolsas, botellas de jarabes y pomos de cremas, bolsas de suero, bolsas de leche, etiquetas de gaseosas, etc.</li> <li>• PP (polipropileno): empaques de alimentos, tapas para baldes, tapas de gaseosas, estuches negros de CDs.</li> <li>• PS (poliestireno): juguetes, jeringas, cucharas transparentes, vasos de tecnopor, cuchillas de afeitarse, platos descartables, etc.</li> <li>• ABS (poliuretano, policarbonato, poliamida): discos compactos, baquelita, micas, carcazas electrónicas, juguetes, piezas de acabado en muebles, etc.</li> </ul>
<b>Fill</b>	Envolturas de bocadillos y golosinas.
<b>Vidrio</b>	Botellas transparentes, ámbar verde y azul, vidrio de ventanas.
<b>Metal</b>	Hojalaterías, tarro de leche, objetos de hierro y acero.
<b>Textil</b>	Residuos de tela, ropa de vestir, etc.
<b>Cuero</b>	Calzados, carteras, sacos.
<b>Tetra pack</b>	Envases de jugos, leches.
<b>Inertes</b>	Tierra, piedra, residuos de construcción.
<b>Residuos de baño</b>	Papel higiénico, pañales, toallas higiénicas.
<b>Pilas y baterías</b>	Para artefactos, juguetes y de vehículos, etc.

*Fuente:* tomada del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA 2015.

*Residuos comerciales*

OEFA (2015) en su informe 2014 – 2015 sobre fiscalización ambiental de RR. SS nos dice que. “Son aquellos RR. SS producidos en el desarrollo de las actividades comerciales, constituidos mayoritariamente por papeles, plásticos, embalajes, restos de aseo personal, latas, etc.” (p.11).

La Ley general de RR. SS los define como aquellos residuos que se producen en el contexto comercial de bienes y servicios, entre ellos tenemos los centros de abastecimientos para alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, oficinas de trabajo y otras laborales análogas (OEFA, 2015).

### *Residuos de limpieza pública*

Según OEFA (2015), estos RR. SS se producen por actividades de servicios de barrido y limpieza de áreas públicas, independiente de la forma de limpieza. En cuanto al barrido de las calles y zonas públicas estos se pueden hacer de forma manual o con el apoyo de equipamiento.

### *Residuos de los establecimientos de atención de salud y centros médicos de apoyo*

Son aquellos RR. SS producidos en instalaciones de atención e investigación médica, estos estos establecimientos pueden comprender: clínicas, hospitales, centros y puestos de salud, consultorios, laboratorios médicos, etc. Estos RR. SS se caracterizan generalmente por su contaminación con agentes infecciosos o por tener microorganismos potencialmente peligrosos. (OEFA, 2015)

### *Residuos industriales*

Son RR. PP o no peligrosos producidos durante los procesos de producción de las industrias, como la de manufactura, energética, minera, química, pesquera, etc. De acuerdo a la Ley N° 27314 (2000) los residuos industriales pueden ser generalmente: ceniza, lodo, escoria metálica, vidrio, plástico, papel, cartón, madera, fibra, que normalmente se hallan combinadas con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, y otros, incluyendo los RR. PP (OEFA, 2015).

### *Residuos de las actividades de construcción*

Estos RR. SS son producidos en los procesos de construcción, de rehabilitación, de restauración, de remodelación y demolición de todo tipo de infraestructura (OEFA, 2015).

### *Residuos agropecuarios*

Según OEFA (2015), son definidos como. “Aquellos residuos producidos durante el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias. Incluyéndose los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, etc.” (p.13)

### *Residuos de instalaciones o actividades especiales*

Son RR. SS producidos en infraestructuras, generalmente de gran envergadura, altamente complejos y riesgosos en sus operaciones, con el objetivo de prestar servicios de carácter públicos o privados, como a plantas de tratamiento de agua potable, aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones militares y otras; así como a actividades públicas y privadas que movilizan personas, equipos o infraestructuras, en forma eventual. (OEFA, 2015).

### *Por su peligrosidad*

#### *Residuos peligrosos y no peligrosos*

Según OEFA (2015) los RR. SS peligrosos son aquellos que por sus particularidades y manejo a los que son sometidos significan un alto riesgo para la salud y el medio ambiente.

Se considerarán RR. PP a los que tengan algunas de las siguientes características: corrosividad, autocombustibilidad, explosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. Contrariamente a ello se consideran como no peligrosos los RR. SS que por sus características y manejo a los que son sometidos no son de gran riesgo para la salud y el medio ambiente.

### *En función a su gestión*

#### *Residuos de gestión municipal*

Son los RR. SS producidos en domicilios, comercios y otras actividades, cuya gestión es encomendada a los municipios. Estos son responsables de la gestión de este tipo de RR. SS, desde la entrega por parte del generador a la empresa con la responsabilidad de prestación del servicio de RR. SS, o cuando los disponen en sitios establecido por la entidad para su recolección (OEFA, 2015).

En los estados unidos mexicano SEMARNAT (2001) señala lo siguiente:

Los RR. SS municipales conocidos normalmente como basura, están compuestos por RR. OO que pueden ser producto del comercio, transporte, elaboración de alimentos, sobrantes de comida y restos de materia vegetal, en general RR. SS orgánicos e inorgánicos (OEFA, 2015).

### *Residuos de gestión no municipal*

De acuerdo a la Ley N° 27314 (2000) en concordancia con OEFA (2015) nos dicen que. “Son residuos que resultan de los procesos o actividades desligados de la gestión municipal” (p.14). Su disposición final se hace en rellenos de seguridad, estos pueden ser de dos tipos:

- Relleno de seguridad para RR. PP, donde también se manejan RR. SS no peligrosos.
- Relleno de seguridad para RR. SS no peligrosos.

### *Por su naturaleza*

#### *Residuos Orgánicos*

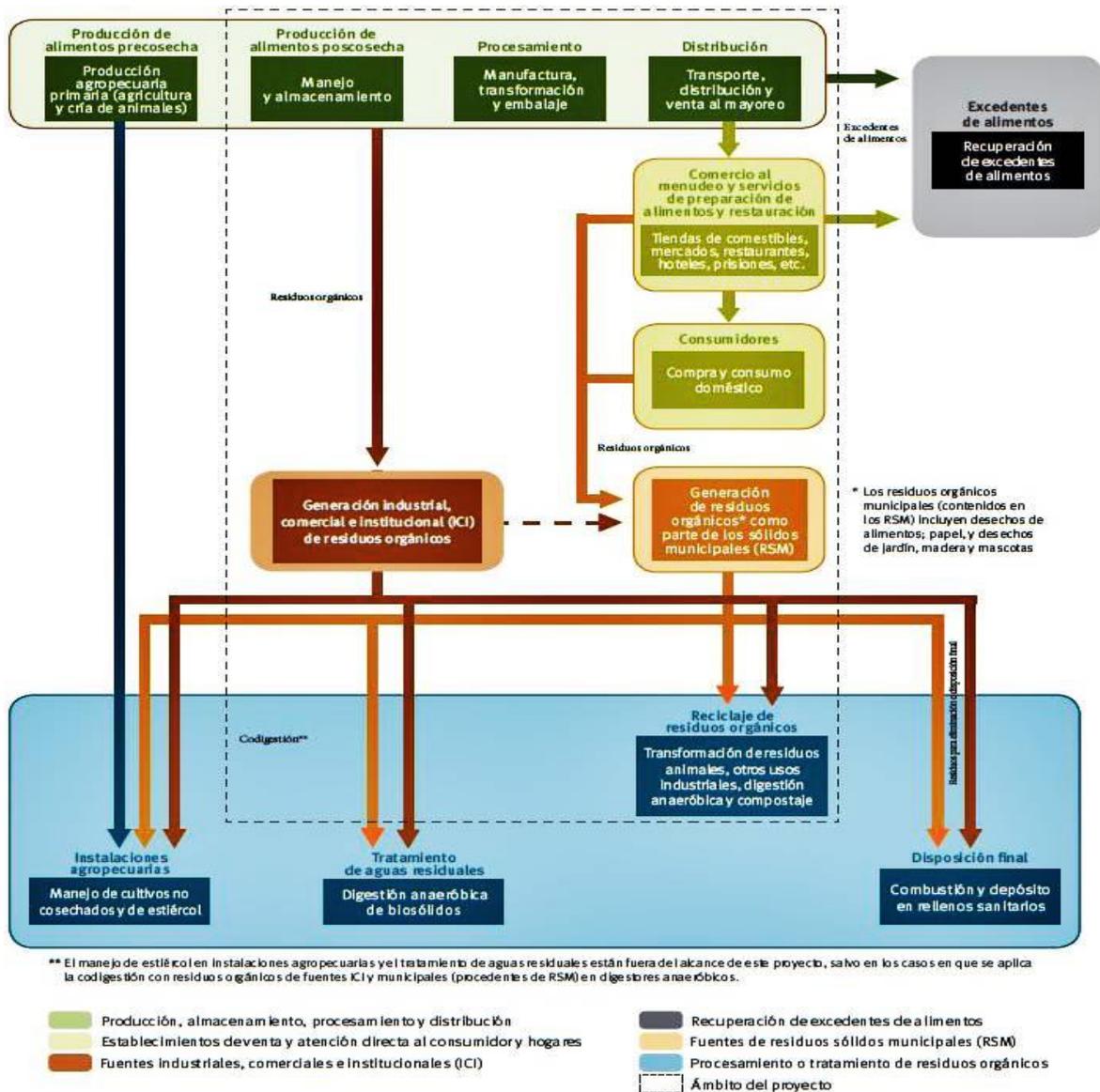
Son aquellos RR. SS de origen biológico, que sufren un proceso de descomposición natural, del cual emanan gases como CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, entre otros y lixiviaciones en los sitios de disposición. A través de un tratamiento conveniente, se pueden reaprovechar como fuentes fertilizantes tales como el compost, el humus, etc.

#### *Residuos Inorgánicos*

Son RR. SS de origen mineral o generados en la industria, de difícil degradación. Pudiendo ser reaprovechados a través del proceso de reciclaje (OEFA, 2015).

### **2.2.5. Residuos orgánicos**

Según la Comisión para la Cooperación Ambiental CCA (2017). “Es todo aquel material proveniente de especies de animales o vegetales siendo susceptible de descomposición por microorganismos, provenientes también de restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo”. (p.4)



**Figura 1.** Esquema general de la generación, estimaciones para aprovechamiento y procesamiento de residuos orgánicos. Fuente (Caracterización y gestión de los RR. OO en América del Norte, 2017).

### 2.2.5.1. Impactos ambientales de los residuos orgánicos

Al descomponerse en rellenos sanitarios, el material orgánico genera gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ), emisiones que contribuyen al cambio climático. Además, estas emisiones afectan la calidad del aire, además están relacionadas con problemas de salud pública, como asma. El hecho de desviar del flujo de RR. SS la parte comprende a RR. OO para su manejo en procesos de compostaje y digestión anaeróbica que incluye la codigestión no sólo ayuda a conservar el valioso y reducido espacio destinado a rellenos sanitarios, sino que también aporta

beneficios económicos y ambientales, tales como la generación de energía renovable, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, y mejoras de los recursos hídricos y el suelo (CCA, 2017).

### **2.2.5.2. Beneficios del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en términos de emisiones de gases de efecto invernadero**

Según CCA (2017), la mayor parte de las emisiones estimadas que se mostradas en el cuadro siguiente podría reducirse si el total de RR. OO se desviara y evitara su depósito en rellenos sanitarios, en cambio, someter a digestión anaerobia o compostaje; en cambio, esta situación dista actualmente de ser real para cualquiera de los tres países de Norteamérica. Como se muestra en el cuadro subsiguiente, esta investigación llegó a la conclusión de que el desvío y aprovechamiento mediante digestión anaeróbica y compostaje de una mayor cantidad de RR. OO pueden reducirse de 3 Mt en emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) en Canadá, 60 Mt de CO<sub>2</sub>-eq en Estados Unidos, y entre 2 y 38 Mt de CO<sub>2</sub>-eq en México.

**Tabla 3**

*Emisiones de GEI procedentes de la disposición final de residuos orgánicos*

<b>Canadá</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>México</b>
26 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqa (0.73 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)	148 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqb (0.46 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)	18-25 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqc (0.15 a 0.21 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)

*Fuente:* tomada de la Comisión para la Cooperación Ambiental CCA 2017.

**Tabla 4**

*Posible reducción anual estimada de emisiones de GEI*

<b>Canadá</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>México</b>
3.4 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqa (0.09 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)	60 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqb (0.19 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)	2-38 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> -eqc (0.02 a 0.32 toneladas de CO <sub>2</sub> -eq per cápita)

*Fuente:* tomada de la Comisión para la Cooperación Ambiental CCA, (2017).

### **2.2.5.3. Otros beneficios medioambientales y socioeconómicos del aprovechamiento de residuos orgánicos**

Según CCA (2017) además de mitigarse las emisiones de metano y otros contaminantes de breve duración que ayude al cambio climático, el desvío y aprovechamiento de los desechos orgánicos evitando su depósito en los rellenos sanitarios genera numerosos beneficios:

- Productos derivados de sectores industriales, comerciales e institucionales, como la transformación de residuos animales y aprovechamiento de cortezas cítricas, esto contribuyen a conservar materiales vírgenes en la medida en que se utilizan RR. OO como material para la elaboración de productos nuevos: alimento para consumo animal, aceites esenciales para limpiadores, etc.
- Utilización del biogás en la generación de electricidad, calor o gas natural renovable, disminuyéndose el consumo de combustibles fósiles, favoreciendo una fuente local de energía renovable.
- El digestato usado como fertilizante y otros productos para la mejora del suelo, y pudiendo ir también a lechos para animales.
- La composta disminuye la utilización de fertilizantes sintéticos, por consiguiente, ayuda a reducir las emisiones y el uso intensivo de energía asociados con su manufactura; incrementa el control de la erosión; reduce la pérdida de mantillo, y protege el ambiente al captar y almacenar carbono.
- Aprovechar los residuos contribuye a evitar la contaminación de aguas subterráneas y de agua potable, y a reducir las emisiones de otros contaminantes transportados por el aire que ayudan al neblumo y producen efectos negativos en la salud humana.

### **2.2.6. Residuos ganaderos**

Según el Plan de Gestión Integral de los Residuos de Aragón, Plan GIRA (2006). “Son aquellos residuos que se producen como resultado de la crianza intensiva o extensiva de ganado en cualquiera de sus tipos.” (p.47)

### **2.2.6.1. Problemática de los residuos ganaderos**

Según la REC (2016) los productos de la ganadería, denominados residuos ganaderos, no escapan a la problemática general planteada para el resto de RR. OO. Las características físicas de estos residuos se han transformado a lo largo del tiempo. En las actividades agrícolas y ganaderas tradicionales se mostraban en forma sólida; se trataba de una mezcla entre las deyecciones y la cama del ganado. Esta materia no otorgaba problemas, porque se generaban en pequeñas cantidades los cuales se utilizaban in situ; el estiércol ha sido durante mucho tiempo un de los únicos abonos con fuente nitrogenada empleada.

Entre las problemáticas de importancia producto el desarrollo industrial en las últimas décadas es la gran cantidad de residuos generados. Las actividades agrícolas y ganaderas no han sido la excepción a este desarrollo, esto se debe a los avances en la ciencia agrícola e ingeniería técnica. Las explotaciones de cría de ganado intensivo son un tipo de industrias que generan grandes cantidades de residuos. Estos residuos de la producción ganadera se han aplicado a la tierra desde hace siglos, siendo este un sistema de reciclaje natural en el que tanto la parte social como natural salían beneficiados.

Producto de la industrialización, la alta densidad urbana y su consiguiente expansión hacia las zonas rurales ha conducido a una disminución importante del suelo disponible de la actividad agroganadera. este fenómeno ha provocado la implantación de numerosas explotaciones en áreas pequeñas y muy concretas, originando la acumulación y concentración de elevadas cantidades de residuos, no disponiendo de suficiente espacio en las zonas cercanas para absorberlos mediante su aportación a los suelos. Por otra parte, al utilizar agua a presión en la limpieza de los establos, provoca su dilución y el incremento de volumen final obtenido, generando un material semilíquido denominado purín, y apareciendo problemas de acumulación.

Como consecuencia de todo ello se ha producido un cambio en el criterio de consideración de algunos residuos animales, pasando a ser valorados en numerosas ocasiones más como un desecho que como un producto aprovechable. Por supuesto, no hay que olvidar el efecto que los fertilizantes químicos han tenido en la recesión de utilización de estiércoles, dada su facilidad de manejo,

concentración de nutrientes, especialmente NPK, y en muchas épocas un precio de mercado muy bajo.

#### **2.2.6.2. Cuantificación de los residuos ganaderos: producción de excretas ganaderas**

Según Weiland (1999) citado en la REC (2016) el estiércol animal es la más importante de los RR. OO, pues se generan en grandes cantidades. Así, una estimativa de la cantidad de RR. OO producidos mostro que, en Alemania y otros países industrializados, el 80% del total de RR. OO, entre el 45 y el 55% de los RR. OO, expresados como materia seca, tiene un origen ganadero. En los países desarrollados el sistema de producción más utilizado es el intensivo con estabulación. En Alemania se estima una producción de 230 Mt de estiércol: 65% líquido, purines, 3% y 5% de orina.

Weiland (1999) menciona que la cantidad diaria excretada por los animales es del 8-9% del peso corporal en el caso del ganado vacuno y del 6% en el ganado porcino, mientras que la cantidad de materia seca (MS) del estiércol de vacuno y porcino esta entre 9 y 11%, aunque dependiendo del sistema de manejo utilizado en la explotación se pueden encontrar diferentes valores: entre 6 y 14% para el estiércol líquido, entre 20 y 25% en sistema de pastoreo y apenas el 2% en la orina (REC, 2016).

Dice BORM (2003) que la producción de deyecciones animales por tipo de ganado ha sido establecida en diversas normativas, como por ejemplo el código de buenas prácticas agrarias de la región de Murcia (REC, 2016).

**Tabla 5***Producción de deyecciones animales por tipo de animal*

Tipo de animal	Deyecciones (l/día)	Volumen producido (m <sup>3</sup> /plaza/año)			
		Base de cálculo	purín	Base de cálculo	estiércol !
<b>Bovino</b>					
		Estabulación permanente		Estabulación permanente	
Vaca lechera	45	12 meses	12-18	12 meses	16-20
Ternera	25	12 meses	7-9	12 meses	9-12
Añojo	30	12 meses	9-11	12 meses	9-12
Ternera carne	12	300 días/año	3-5	300 días/año	3-4
<b>porcino</b>					
Varracos	15			12 meses	8-12
Cerda lactación+lechón	20		4-7	12 meses	7-15
Cerda gestante	12		4-5		6-7
Lechón (6-20 kg)	2	9 ciclos/año: 300 días	0.6-1		
Engorde: harina	7	2.5 ciclos/año	2-3	2.5 ciclos/año	3-7
Gránulo	9		3-4		
<b>Aves</b>					
Ponedora	0.15	1 año de puesta	0.05		
Pollo carne (broiler)	0.10	6 ciclos/año: 300 días	0.03		
pato	0.23	2 ciclos/año: 170 días	0.08		
<b>Conejos</b>					
Reproductor	0.26			12 meses	0.1
Gazapo	0.08			8 ciclos/año: 320 días	0.06
<b>Ovino/caprino</b>					
Oveja-cabra	3.6	Semiestabulación 12 meses	0.6-1		
Cordero	2.7	6 ciclos/año: 300 días	0.8-1		
Cabrito	1.3	11 ciclos/año: 330 días	0.4-0.5		
<b>Caballos</b>					
Hasta 500 kg	16-18		6-7		
De 500 a 700 kg	24-26		9-10		

Fuente: tomada de Red Española de Compostaje (2016).

### 2.2.6.3. Residuos del sector bovino

Según la REC (2016) la diferenciación entre los sistemas productivos de carne y leche han marcado un incremento y especialización en el tamaño de las explotaciones del ganado bovino en los últimos años.

La producción unitaria de estiércol es diferente entre los sistemas de producción lechera y cárnica. Según estudios de Krich (2005) las vacas lecheras producen una media de 2120 kg de estiércol seco/animal/año. Realizando la consideración un contenido medio en sólidos del 15%, se calcula una producción media de 14133 kg/animal/año o 38.7 kg/animal/día. Este valor es similar al

recogido en otras fuentes, en el caso específico del ganado vacuno de carne. (REC, 2016, p.29)

### **2.2.7. Tecnologías para el Tratamiento de residuos orgánicos**

Según Cueto (2017) existen muchas formas de tratar los desechos orgánicos, entre los cuales se destacan los siguientes:

#### **2.2.7.1. Incineración**

Consiste en la oxidación de los materiales combustibles de los residuos, a través de elevadas temperaturas, con el objetivo de generar energía. Para ello generalmente se usan hornos. Es común que se añada otros combustibles para facilitar la incineración, el flujo de este combustible va a depender de las características del residuo.

#### **2.2.7.2. Gasificación**

Es un proceso térmico que consiste en la oxidación incompleto de los residuos, donde éstos se transforman en gas con un alto poder calorífico, este es conocido como gas de síntesis o Syngas, el cual se utiliza como combustible.

#### **2.2.7.3. Fermentación**

Consiste en hacer reaccionar la M.O con los microorganismos anaeróbicos, de la cual se producen biogás y fertilizantes.

#### **2.2.7.4. Vermicompostaje**

Es un proceso similar al compostaje, pero en este se añaden lombrices para la degradación del material orgánica. Como resultado se obtiene el humus.

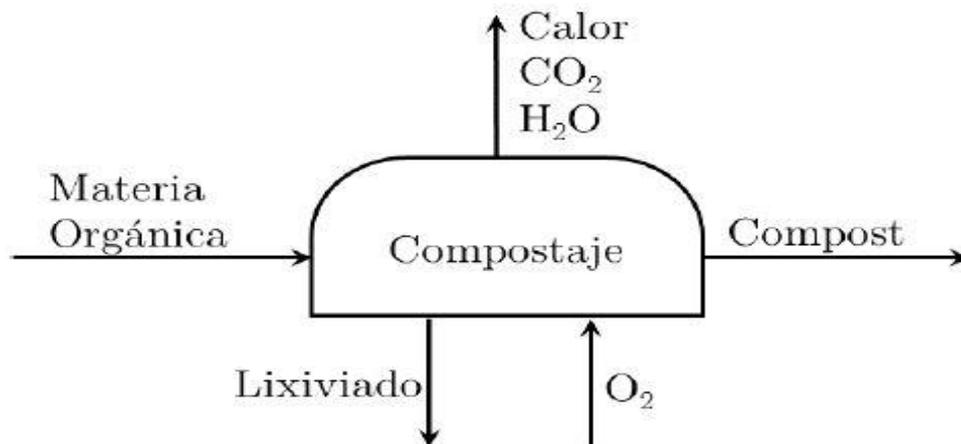
#### **2.2.7.5. Relleno sanitario**

Es una técnica de disposición de RR. SS en el suelo sin causar daños al ambiente y la salud. Para realizarlo se utilizan herramientas de ingeniería para almacenar residuos de manera que sean confinados y el impacto ambiental no escape de los límites del relleno sanitario.

### 2.2.8. Compostaje

Es un proceso natural que consiste en la degradación de los RR. OO por acción de microorganismos que se encuentran en la tierra. De este proceso se obtiene el compost.

La descomposición aeróbica se hace a través de microorganismos y hongos aeróbicos que descomponen el material orgánico. La descomposición ocurre normalmente en la naturaleza, pero cuando se traslada a un proceso productivo se le conoce como un proceso de compostaje; este proceso está definido en la Norma Chilena 2.880 como un proceso físico-químico y microbiológico cuyo objetivo es la producción de compost (Cueto, 2017).



**Figura 2.** Resumen del proceso de compostaje. Fuente Cueto (2017).

#### 2.2.8.1. El proceso del compostaje

##### *Preparación de la Materia Prima*

Es una etapa que busca producir cambios en algunas propiedades físicas del material primario como el tamaño de partícula, a partir de un equipo de conminución (Cueto, 2017).

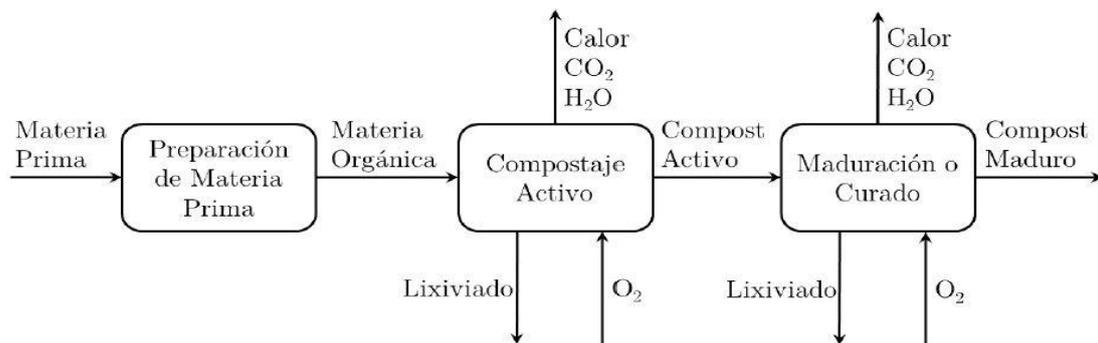
##### *Compostaje Activo*

En esta la etapa ocurre una veloz descomposición de la M.O, esto se debe a una alta actividad biológica que a la vez tiene la mayor demanda de oxígeno de todo el proceso. Con las condiciones de operación óptimas, en esta etapa la M.O

puede llegar a una temperatura entre los 55 °C y 65 °C, en la que se eliminan varios agentes patógenos e inactiva las semillas de hierbas y plantas (Cueto, 2017).

### Maduración

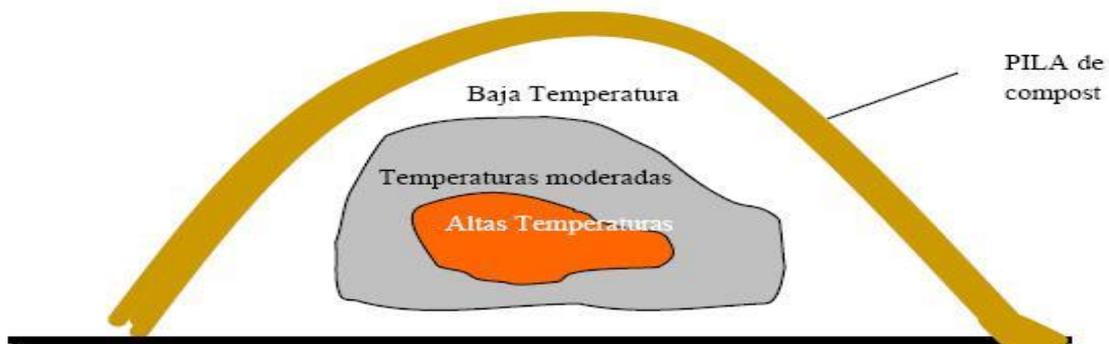
Durante esta etapa diversos microorganismos descomponen las estructuras orgánicas más complejas, por lo cual es una etapa lenta, llega a temperaturas más bajas y tiene una menor demanda de oxígeno. De este proceso se obtiene un compost maduro y estabilizado (Cueto, 2017).



**Figura 3.** Diagrama de bloques del compostaje. Fuente Cueto (2017).

Según Colomer y Gallardo, (2016) en la pila se diferencian dos zonas.

- La zona central, en la cual se evidencian cambios de temperatura más marcadas durante el proceso de compostaje.
- La corteza o zona cortical, su grosor va a depender de cuan compactado este el material, así como la textura del mismo, en esta región que rodea el núcleo.



**Figura 4.** Tomado de Ruiz (2015).

La zona central actúa como inductora sobre la corteza. No obstante, el total del volumen de la corteza no es cubierta por la totalidad de los procesos que se dan en el núcleo. Para efectos prácticos utilizando como referencia las temperaturas que se alcanzan en el núcleo, se definen las siguientes etapas:

### *Etapa de latencia*

conforma la etapa de inicio, se considera desde la formación de la pila hasta que se evidencien la elevación de temperaturas, comparados a la temperatura del material de inicio. Cuando el material a compostar ingresa fresco en esta etapa es notoria.

### *Etapa mesotérmica 1 (10 – 40°C)*

Etapa donde se destacaría la fermentación facultativa de las microfloras mesófilas, en relación armoniosa con la oxidación aeróbica (respiraciones aeróbicas). En tanto las condiciones de aerobiosis se mantiene actuando Euactinomicetos (aerobios estrictos), los cuales son importantes por su capacidad de producir antibióticos.

### *Etapa termógena (40 – 75°C)*

En esta situación la microflora mesófila se sustituye por la termófila ocasionados por acción de los bacilos y actinomicetos termófilos, entre ellos también se crean relaciones del tipo sintróficas. En esta etapa generalmente, se destruyen la microflora de los mesófilos patógenos, esporas, hongos, semillas y elementos biológicos perjudiciales.

### *Etapa mesotérmica 2*

En condiciones de descenso de nutrientes, y la extinción de los termófilos, inicia también la caída de la temperatura. Cuando este se sitúa a temperaturas similares o menores a los 40°C reinician los microorganismos mesófilos los cuales tienen como alimentos los materiales de mayor resistencia a biodegradarse, tales como la celulosa y ligninas restantes en las pilas. La etapa mesotérmica es conocida de maduración.

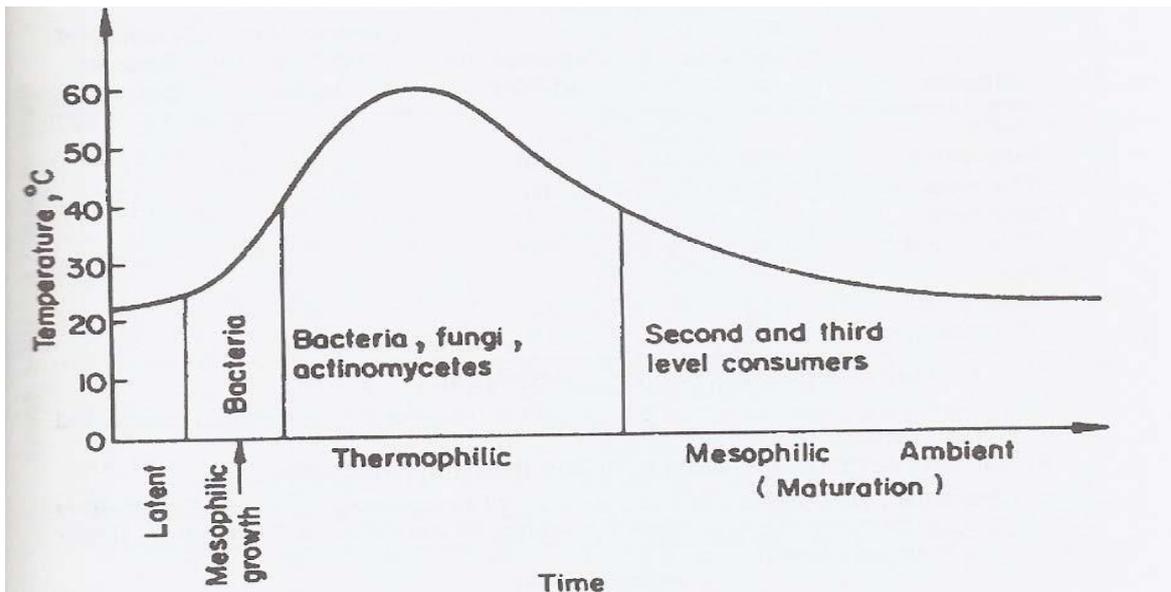


Figura 5. Tomada de Domínguez (2010).

Tabla 6

Parámetros de la calidad del compost

PARAMETROS DE ESTABILIDAD DEL COMPOST	
Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro - negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
pH	Alcalino (anaeróbico., 55°C, 24 hs)
C/N	>= 20
N° de termófilos	Decreciente a estable
Respiración	0 < 10 mg/g compost
Media	0 < 7.5 mg/compost
COD	< 700 mg/g (peso seco)
ATP	Decreciente a estable
CEC	> 60 meq./100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose a estable
Polisacáridos	< 30 – 50 mg glúcidos/g. peso seco
Reducción de azúcares	35%
Germinación	< 8
Nemmatodos	Ausentes

Fuente: tomada de Colomer y Gallardo (2016).

### 2.2.8.2. Factores que Afectan el Proceso de Compostaje

De acuerdo a Cueto (2017) existen varios factores, tanto físicos como químicos que influyen al correcto funcionamiento del proceso de compostaje, especialmente por las condiciones necesarias para los microorganismos para su óptimo desempeño, estos factores son:

### *Relación Carbono-Nitrógeno*

El carbono y el nitrógeno son elementos fundamentales para el funcionamiento y crecimiento de los microorganismos. La relación C/N debe estar entre los 25:1 a los 40:1 para su buen procesamiento, siendo la óptima de aproximadamente 30:1. A mayor ratio la descomposición se ralentiza, por el insuficiente nitrógeno para que los microorganismos generen los aminoácidos necesarios; mientras que a un menor ratio se generan otros compuestos nitrogenados como amoníaco.

### *Humedad*

Los microorganismos requieren agua, esencialmente para asimilar los nutrientes, por lo que niveles de humedad bajos, menores a 40% se dificulta la asimilación, mientras que el exceso de agua sobre el 70% impide la oxigenación dando condiciones anaeróbicas indeseadas. Un intervalo correcto de humedad se encuentra entre 50 y 70%.

### *Aireación u Oxigenación*

El oxígeno es el requisito para que la descomposición sea aeróbica, determina que la aireación sea un factor relevante en este proceso. Hay muchas formas para mantener la M.O oxigenada, estos dependen del tipo de tecnología utilizada para el compostaje.

### *pH*

Es un factor que afecta la presencia de ciertos compuestos y microorganismos en la M.O, además de ser un indicador que permite ver si el proceso se lleva correctamente, ya que al inicio del compostaje este se encuentra en un rango de *pH* ácido entre los 4,5 y 5 mientras que al fin del proceso alcanza niveles alcalinos entre los 8,5 y 9.

### *Temperatura*

Es un factor que influye a la proliferación y supervivencia de los microorganismos, en particular a los que participan en la generación del compost, estos tienen un intervalo óptimo entre los 45° y 59° C. A menor temperatura los

microorganismos no proliferan, por otra parte, si la temperatura es superior a los 65° C algunos microorganismos pueden inhibirse o morir, en los dos casos se traduce en que el proceso se ralentice.

#### *Tamaño de partícula*

Es factor que determina la acción microbiana sobre la M.O, ya que a menor tamaño de partícula se tiene mayor área incrementando su velocidad de descomposición. En cambio, si el tamaño de partícula es muy pequeño, éste tiende a compactarse dificultando la aireación. Un tamaño de partícula óptimo es de 2 cm aproximadamente.

#### **2.2.8.3. Criterios de calidad del compost**

Según Colomer y Gallardo (2016) son dos los factores de importancia que influyen en la calidad del compost hechas con residuos urbanos:

- Proceso de separar el material indeseable, mejor dicho, aquellos materiales con alto grado de dificultad de degradación biológica, o bien aquellos residuos que aporten elementos y sustancias tóxicas como metales pesados, productos químicos etc., los cuales por acción de asimilación por parte el cultivo receptor puede representar un potencial riesgo para la salud.
- La granulometría del producto queda determinada por el proceso de homologación y fermentación de los RR. SS, para los que existen diferentes opciones tecnológicas existentes.

Según la legislación española recogidas en el Real Decreto 72/1988 sobre fertilizantes y afines, modificado por el Real Decreto 877/1991, sobre ordenación y control de fertilizantes y afines, establecen exigencias para el compost.

**Tabla 7***Exigencias legales para la fabricación y venta de compost*

<u>Principio activo</u>	<u>Niveles admisibles</u>
<b>M.O</b>	>25%
<b>Humedad</b>	<40%
<b>Granulometría</b>	90% de las partículas pasaran por la malla de 25 mm
<b>Tamaño de partículas de inertes</b>	<10 mm
<b>Cadmio</b>	<10 mg/kg
<b>Cobre</b>	<450 mg/kg
<b>Níquel</b>	<120 mg/kg
<b>Plomo</b>	<300 mg/kg
<b>Zinc</b>	<1100 mg/kg
<b>Mercurio</b>	<7 mg/kg
<b>Cromo</b>	<400 mg/kg

*Fuente:* tomada de Colomer y Gallardo (2016).

#### **2.2.8.4. Características de los residuos a compostar**

Según Colomer y Gallardo (2016) se describen características consideradas de importancia de los RR. SS y que influyen directamente en el desarrollo del proceso y calidad del producto final.

##### *Relación carbono – nitrógeno (C/N)*

La relación C/N, expresan las cantidades de carbono por cantidad de nitrógeno contenidos en el material. Los microorganismos tienen como nutrientes al carbono, y el nitrógeno sirve como elemento para sintetizar las proteínas. Una proporción adecuada para estos nutrientes, favorece un buen crecimiento y reproducción. Se considera una buena relación para un material crudo fresco a compostar de C/N de 25 unidades, es decir que por 25 unidades de C por cada unidad de N.

Por lo general una buena relación inicial de carbono y nitrógeno es de 20 a 30, se considera como positiva para el inicio del compostaje. Si la relación carbono y nitrógeno está en el orden de 10 indica que el material presenta exceso de nitrógeno. Si la relación es de 40 por ejemplo, manifiesta que el material tiene exceso de carbono.

Un material con una proporción C/N que supere los 30, para su biodegradación requerirá mayores generaciones de microorganismos, y el tiempo

necesario para alcanzar una relación C/N final entre 12 – 15 (considerada apropiada para uso agronómico) será mayor. Si el cociente entre estos dos elementos es inferior a 20 se producirán pérdidas importantes de nitrógeno.

Los residuos vegetales, comúnmente presentan una proporción de carbono y nitrógeno elevada. Las plantas de montes, contienen más nitrógeno cuando son jóvenes y disminuyen en su madurez. Por el contrario, los residuos animales presentan generalmente una relación baja de carbono y nitrógeno.

**Tabla 8**

*Relación C/N de algunos residuos orgánicos*

<b>Base seca</b>			
<b>Materiales</b>	<b>C%</b>	<b>N%</b>	<b>C/N</b>
<b>Aserrines</b>	40	0.1	400
<b>Podas, tallos, maíz</b>	45	0.3	150
<b>Pajas de caña</b>	40	0.5	80
<b>Hojas de arboles</b>	40	1	40
<b>Estiércol de equino</b>	15	0.5	30
<b>Estiércol de ovino</b>	16	0.8	20
<b>Heno</b>	40	2	20
<b>Estiércol de bovino</b>	7	0.5	15
<b>Estiércol suino</b>	8	0.7	12
<b>Estiércol de gallina</b>	15	1.5	10
<b>Harina de sangre</b>	35	15	2

*Fuente:* tomada de Colomer y Gallardo (2016).

#### *Estructura y tamaño de los residuos*

Según Colomer y Gallardo (2016) la gran parte de los materiales pierden su estructura física al ingresar en el proceso de compostaje, no obstante, existen otros materiales que son resistentes a la degradación, como es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general, en este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es pobre, no hay que olvidar el carácter osmótrofo de la gran mayoría de las bacterias.

Cuando se tienen situaciones de este tipo, por ejemplo, se disponen de residuos de poda de diámetro pequeño, se debe proceder a la mezcla de estos restos con otros de diferentes estructuras, de forma que incrementen la superficie de contacto. Una de las opciones sería mezclar estos restos de podas con estiércol en proporciones que aseguren una buena relación carbono y nitrógeno de entrada.

En el caso que no se dispongan de estiércoles u otro material con diferente estructura, lo conveniente es proceder al procesamiento de dicho material, con el fin lograr un tamaño adecuado y acelerar el proceso. Existen alternativas para materiales leñosos y de tamaño grande constituyéndolo la trituración. Para un diámetro promedio máximo de las partículas de 20 mm resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 80 mm, por lo que el tamaño indicado de 20 mm a 10 mm es aconsejable para este tipo de materiales.

Las trituraciones y moliendas posteriores con diámetros inferiores a 3 mm en promedio, son poco aconsejables, debido a que en materiales con estos diámetros tienen tendencia a la compactación en los asentamientos de las pilas, con lo cual disminuyen de manera trascendental la capacidad de intercambio gaseoso.

### *Humedad*

Colomer y Gallardo (2016) mencionan que Es inminente la variabilidad del contenido de humedad de lo RR. OO, tal es el caso de excretas y estiércoles, donde la humedad es dependiente de la dieta. En el caso de que la humedad de inicio sea mayor al 50%, es necesario la búsqueda de pérdida de humedad del material antes de formar las pilas.

Se puede realizar exponiendo el material en capas de reducido grosor para provocar la que pierda humedad por evaporación, o realizando una mezcla con materiales secos, manteniendo siempre una adecuada proporción carbono y nitrógeno.

Una adecuada humedad para un proceso de biodegradación estable manteniendo la respiración aeróbica, se sitúa en entre el 15 al 35% y rangos que van del 40 al 60%, solo si se puede mantener una buena aireación. Se provocarían desplazamientos de aire con humedades superiores a lo que se indicó anteriormente entre las partículas de la M.O, por lo cual el medio se volvería anaeróbico, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Para valores por debajo del 10%, las actividades biológicas tienden a decaer, ralentizando el proceso.

El carácter osmótrofo de la gran mayoría de los grupos fisiológicos, implica que las poblaciones pasen a fases estacionarias o en condiciones más extremas pasen a fase de muerte para humedades inferiores a 20%, ralentizando o

deteniendo el proceso de compostaje. La determinación adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, textura y compactación de los materiales de la pila.

### *El pH*

Colomer y Gallardo (2016) mencionan que el rango de *pH* que toleran las bacterias es relativamente amplio, existiendo grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. Por otro lado, el *pH* cercano al neutro, ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos favorece un desarrollo de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de *pH* menores a 5.5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también inhiben el crecimiento, con efectos de precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que se hacen indisponibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una sucesión de *pH*, necesaria en el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos.

No es habitual encontrar desechos orgánicos agrícolas que presenten un *pH* muy desplazado del neutro ( $pH = 7$ ). Puede ser el caso de algunos residuos provenientes de actividades agroindustriales. Este tipo de residuos se caracterizan por su estabilidad (resistencia a la biodegradación), y en general se trata de desechos con *pH* marcadamente ácido.

### *La aireación*

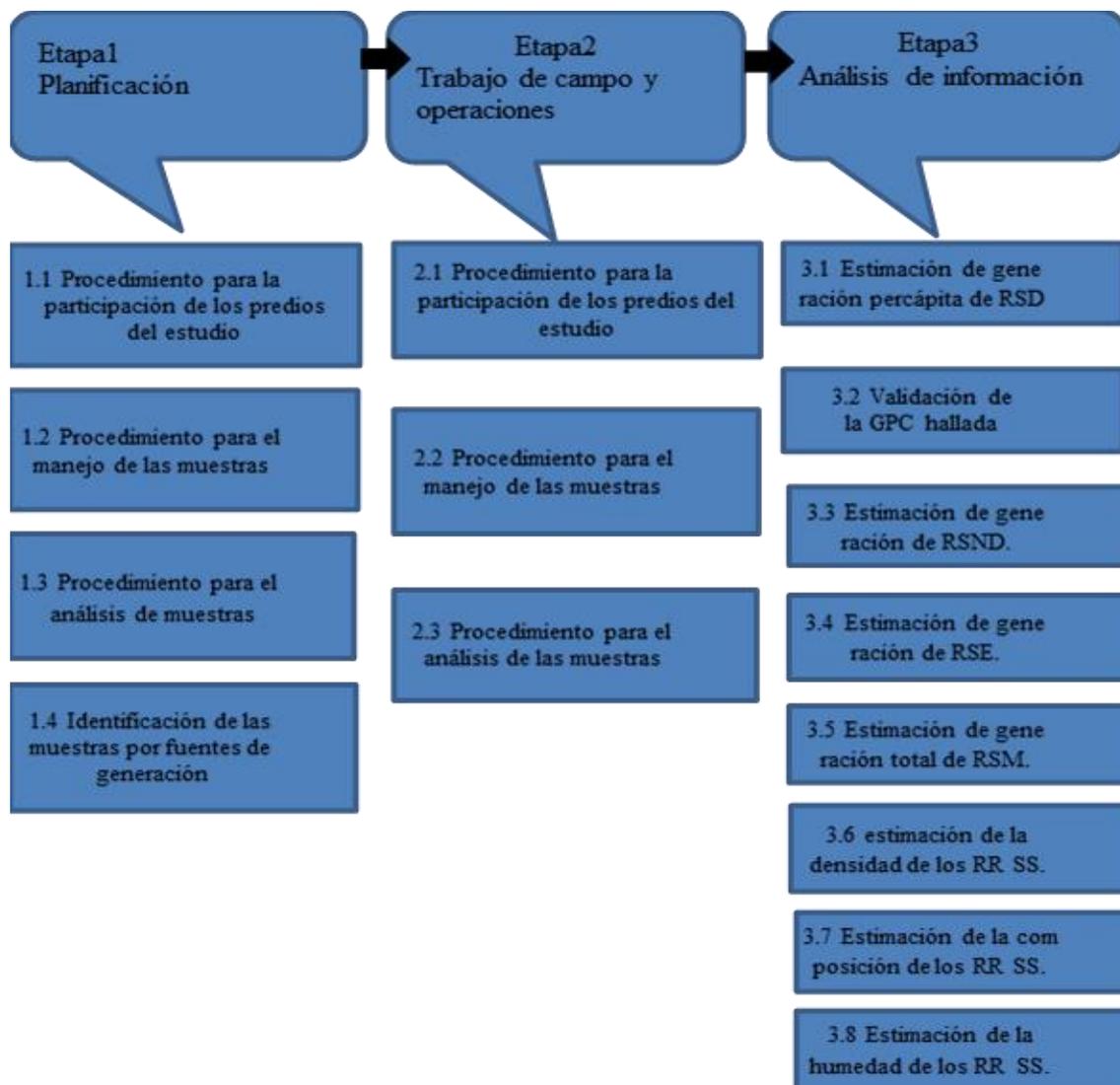
Colomer y Gallardo (2016) mencionan que la aireación es uno de los principales parámetros al igual que la relación *C/N* que se deben controlar durante el proceso de compostaje aeróbico. El objetivo es favorecer el desarrollo de los metabolismos de respiración aerobia. Un problema de la mala aireación es el decaimiento de la concentración de oxígeno alrededor de las partículas, el oxígeno baja a valores inferiores al 20% que es la concentración media en el aire, esta situación se provoca condiciones que favorecen el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.

La presencia de esta situación se diagnostica con la aparición de olores nauseabundos, a raíz de las respiraciones anaeróbicas que es la degradación mediante la putrefacción, donde se genera dihidruro de azufre  $SH_2$ , o un intenso olor a amoníaco a causa de la amonificación. En una pila de compostaje con una

adecuada relación  $C/N$ , las situaciones de anaerobiosis surgen por exceso de humedad o un exceso de compactación de los materiales. Ante estas situaciones se debe proceder inmediatamente a la remoción de los materiales y a la reconformación de las pilas de compostaje (Colomer y Gallardo, 2016).

### 2.2.9. estudio de caracterización de residuos solidos

De acuerdo al MINAM (2019) esta es una herramienta para la obtención de información primaria basados en las características de los RR. SS de carácter municipal. La caracterización de RR. SS municipales son realizadas a través de un estudio, de los cuales se determinan datos como: cantidad, densidad, composición y humedad de los RR. SS en una determinada zona geográfica.



**Figura 6.** Etapas del proceso del estudio de caracterización de RR. SS. Fuente Resolución Ministerial N° 457 (2019).

### 2.3. Definición de términos básicos

Los siguientes términos se encuentran definidos en el libro “Glosario de términos para la gestión ambiental peruana” (2012).

**Ambiente:** El MINAM (2012) menciona que. “Es un conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia”. (p.45)

**Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales:** El MINAM (2012) menciona que. “La utilización de los recursos naturales en forma tal que no afecte las posibilidades de su utilización en el futuro de manera indefinida; respetando su integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas”. (p.45)

**Biotecnología:** El MINAM (2012) menciona que. “Es toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos, o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. (p.51)

**Botadero:** El MINAM (2012) menciona que. “Es un lugar de acumulación inapropiada de RR. SS en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales”. (p.52)

**Buenas Prácticas Ambientales:** El MINAM (2012) menciona que. “Se considera Buenas Prácticas Ambientales a quien ejerciendo o habiendo ejercido cualquier actividad económica o de servicio, cumpla con todas las normas ambientales u obligaciones a las que se haya comprometido en sus instrumentos de gestión ambiental”. (p.52)

**Cambio Climático:** El MINAM (2012) menciona que. “El cambio climático se refiere a la variación estadística significativa en el estado del clima o en su variabilidad, que persiste por un período extendido de tiempo, y que puede tener su origen en causas naturales o humana”. (p.53)

**Comisión Ambiental Municipal (CAM):** El MINAM (2012) menciona que. “Son instancias de gestión ambiental, de carácter multisectorial, encargadas de coordinar y concertar la política ambiental local. Promueven el diálogo y el acuerdo entre los sectores público y privado. Articulan sus políticas ambientales con las Comisiones Ambientales Regionales y el MINAM”. (p.56)

**Contaminación ambiental:** El MINAM (2012) menciona que. “Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente”. (p.61)

**Emisión:** El MINAM (2012) menciona que. “Es toda descarga directa de fluidos gaseosos a la atmósfera, cuya concentración de sustancias en suspensión es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP)”. (p.69)

**Gestión ambiental:** El MINAM (2012) menciona que es un conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país.

**Gestión de residuos sólidos:** El MINAM (2012) menciona que. “Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los RR. SS del ámbito de gestión municipal o no municipal, a nivel nacional, regional y local”. (p.77)

**Manejo de Residuos Sólidos:** El MINAM (2012) menciona que. “Toda actividad técnica operativa de RR. SS que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación hasta su disposición final”. (p.86)

**Plan de Manejo de Residuos Sólidos:** El MINAM (2012) menciona que. “Documento técnico administrativo con carácter de declaración jurada, suscrito por el generador de RR. SS de ámbito de gestión no municipal, mediante el cual declara cómo va a manejar los RR. SS en el siguiente año”. (p.92)

**Reciclaje:** El MINAM (2012) menciona que. “Es una técnica de reaprovechamiento de RR. SS consistente en realizar un proceso de transformación de los residuos para cumplir con su fin inicial u otros fines a efectos de obtener materias primas, permitiendo la minimización en la generación de residuos”. (p.98)

**Recuperación:** El MINAM (2012) menciona que. “Es una técnica de reaprovechamiento de RR. SS referida a volver a utilizar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido”. (p.98)

**Relleno Sanitario:** El MINAM (2012) menciona que. “Es una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los RR. SS en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental”. (p.103)

**Residuos Sólidos:** El MINAM (2012) menciona que son RR. SS aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales.

**Residuos Sólidos de Ámbito de Gestión Municipal:** El MINAM (2012) menciona que. “Son RR. SS de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos”. (p.106)

**Residuos Sólidos de Ámbito de Gestión No Municipal:** El MINAM (2012) menciona que. “Son RR. SS generados en procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal”. (p.106)

**Residuos Sólidos Peligrosos:** El MINAM (2012) menciona que. “Son RR. SS peligrosos aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente”. (p.106)

**Reutilización:** El MINAM (2012) menciona que es una técnica para reaprovechar los RR. SS referida a volver a utilizar el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido para que cumpla el mismo fin para el que fue originalmente elaborado; permitiéndose de esa manera la minimización de la generación de residuos.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

#### **3.1. Modelo de solución propuesto**

##### **3.1.1. Delimitación legal del estudio**

Antes de iniciar el estudio en la empresa ganadera es necesario delimitar según las disposiciones del Decreto Supremo N° 016 (2012) que está vigente y aplica a los productores pecuarios. Los lineamientos en cuanto a la manera de caracterizar los residuos sólidos producidos dentro de estos establecimientos:

- Caracterizar los RR. SS tanto peligrosos como no peligrosos, estimando sus volúmenes.
- Determinación de cantidad y tipo por fuente de generación detallando específicamente su procedencia (planta, infraestructura o instalación productiva, servicios auxiliares, áreas administrativas u otros).
- Se puede excluir los RR. SS similares a los municipales los cuales se pueden entregar al servicio de recolección de municipal (D. S. N° 014, 2017).
- Se tratarán como RR. PP a aquellos cuyo generador no demuestre la inexistencia de cualquier tipo de condición de peligrosidad.

##### **3.1.2. Actividad económica.**

La empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., inicia sus actividades desde mayo del 2015, hasta el día de hoy, cuenta con 15 empleados, la actividad consiste en la producción de leche de vaca, abarcando las siguientes etapas de producción (Recepción, almacenamiento, procesamiento de alimentos, alimentación del ganado, ordenamiento y venta de la leche).

Tiene como misión realizar la crianza semi intensiva de ganado vacuno y producción de leche con alimento balanceado para el beneficio de los

consumidores, así también su visión es convertirse en la principal empresa en Cañete dedicada a la producción de leche.

### **3.1.3. Ubicación de la empresa.**

La empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., se ubica en el Centro Poblado Casa pintada, distrito Imperial, provincia de Cañete, departamento de Lima, es un lugar alejado de los centros urbanos que permite el aislamiento sanitario y no está expuesta a vientos predominantes ni a cercanías con focos de riesgo como basureros y mataderos.

Esta instalación está ubicada en una zona de suelos con forma topográfica plana, estos suelos son buenos a excelentes y con buen espesor de sus capas, son aptos para fines agrícolas. Su capacidad de uso es intensiva, su clase dominante varia de I a III (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI] y Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica [UNICA], 2002).

Cuenta con vías de acceso adecuadas para su gestión empresarial.

Coordenadas UTM.

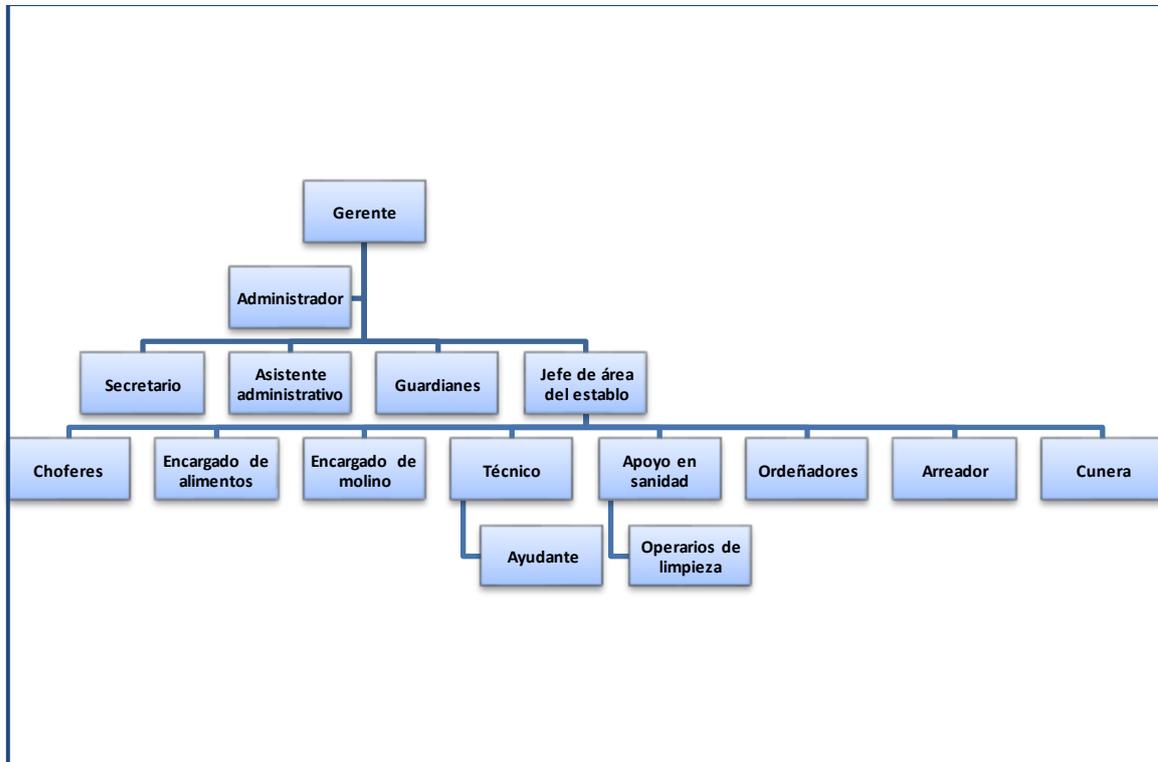
Coordenada este:	353360.35 m E
Coordenada oeste:	8559485.35 m S
Zona:	18 L



**Figura 7.** Ubicación de la empresa ganadera. Fuente: Google earth (2019).

### 3.1.4. Estructura organizacional

La estructura organizacional u organigrama tiene la siguiente estructura:



**Figura 8.** Organigrama organizacional. Fuente: elaboración propia.

### 3.1.5. Descripción del proceso de producción de leche

El proceso productivo de la empresa, se determinó con visitas a las áreas de producción en la empresa ganadera, aceptado por el jefe responsable de producción, con el cual se procedió a identificar los procesos.

- Recepción de insumos necesarios para alimentación del ganado (alimentos, medicamentos, vitaminas) y limpieza del establo (desinfectantes, agroquímicos, detergentes, etc.)
- Almacenamiento de los insumos.
- Procesado de los alimentos (preparación del concentrado y mezcla con vitaminas y forraje).
- Traslado de los alimentos mediante maquinaria a los galpones para alimentar a las vacas.
- Ordeño de las vacas.
- Venta de leche.

### 3.1.6. Áreas detectadas para el estudio de caracterización

La empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., cuenta con las siguientes áreas que conforman el sistema productivo de la empresa:

- Área administrativa



**Figura 9.** Área administrativa de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

- Área de almacenamiento de vitaminas



**Figura 10.** Área de almacén y pesaje de vitaminas de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

- Área de almacenamiento de alimentos



**Figura 11.** Área de almacén de alimentos de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

- Área de veterinaria y sanidad



**Figura 12.** Área de veterinaria y sanidad de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

– Área de maquinaria



**Figura 13.** Área de maquinaria de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

– Área de cría de terneros y de ordeño



**Figura 14.** Área de cría de terneros y ordeño de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

- Área de mezcla de químicos



**Figura 15.** Área de mezcla de químicos de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

- Área de galpones (lugar de estancia del ganado).



**Figura 16.** Área de galpones (lugar de estancia de los animales) de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

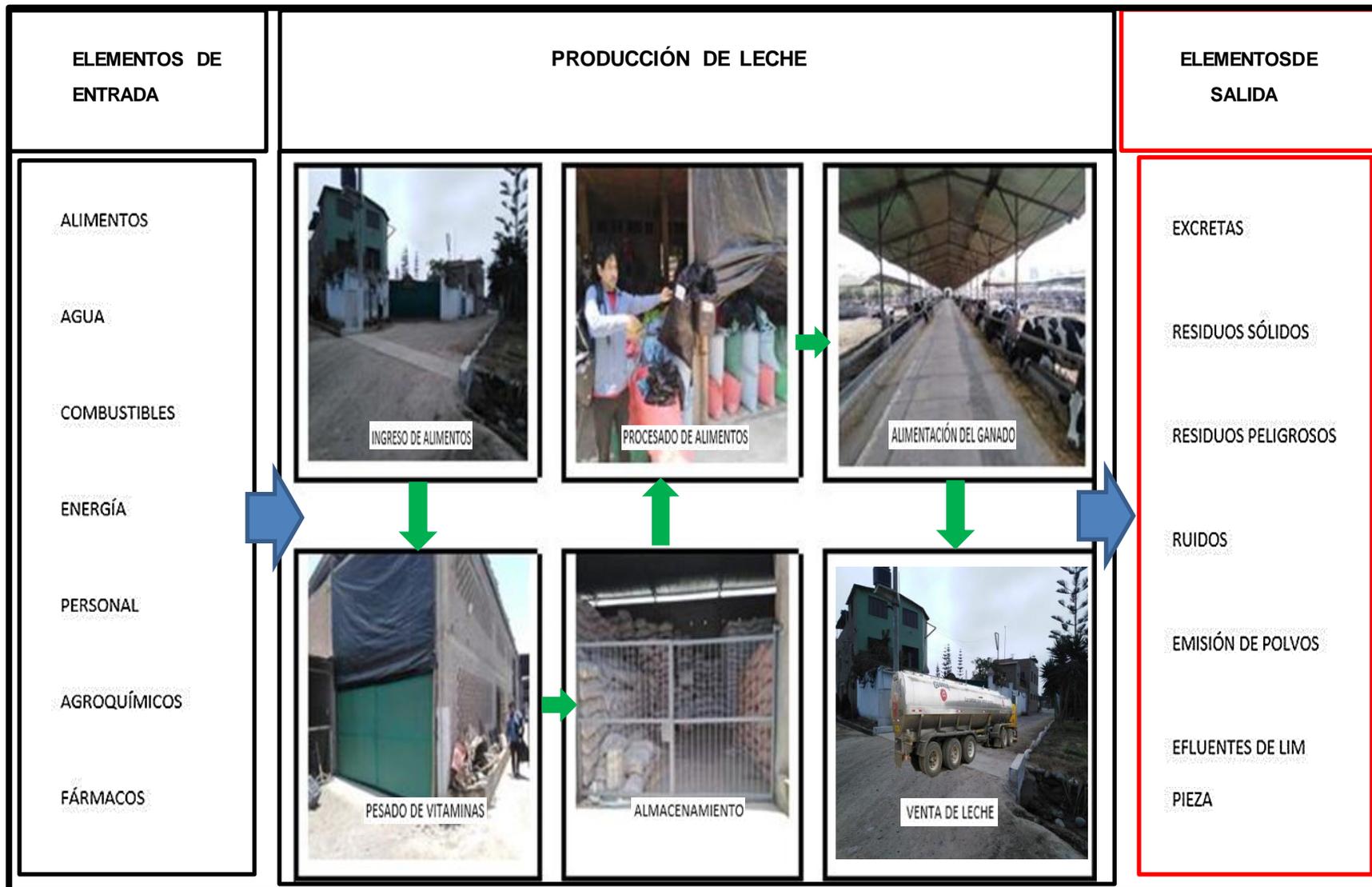


Figura 17. Flujograma de entradas y salidas de materiales y proceso de producción.

### **3.1.7. Etapas de trabajo**

#### **3.1.7.1. Caracterización general de residuos sólidos generados en el proceso productivo en la empresa para tipo, peso y volumen.**

*Pasos seguidos en el campo:*

- Comunicación sobre el trabajo de investigación con el personal que participan en el proceso productivo de la empresa, en su área correspondiente.
- Distribución de bolsas rotuladas por área de trabajo para orgánico e inorgánico.
- Clasificación de un lugar donde poder caracterizar los residuos.
- Recolección de los residuos generadas durante el día anterior.
- Distribución de bolsas rotuladas por área de trabajo nuevamente y hasta el final del proceso de caracterización.
- Traslado de los residuos hacia el lugar de clasificación.
- Pesaje de los RR. SS totales por área.
- Calculo de densidad (método del cilindro).
- Determinar la composición física de los RR. SS.

#### *Determinación de la Generación de los Residuos Sólidos*

La recolección y pesado se realizó durante 7 días, realizados en las áreas existentes en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

Se contó con la ficha de recolección de datos para los 7 días, y de una balanza colgante romana digital electrónica portátil, de 10 Kg de capacidad, con una precisión de 1g.

Las bolsas repartidas se rotularon, colocando un sticker de orgánico e inorgánico, donde se colocaron sus pesos correspondientes, los cuales se trasladaron para su caracterización en el lugar recomendado por la administración. Solo se tomó en cuenta los datos obtenidos a partir del día 1.

La generación total se calculó sumando los pesos obtenidos de cada residuo por área, previamente caracterizado, del cual se extrajo el porcentaje de generación de cada residuo con la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje (\%)} = (\text{pi}) * \frac{100}{Wt}$$

**Ecuación 1.** determinación del porcentaje de residuos generados.

*Dónde:*

Pi: Peso de cada componente de los RR. SS.

Wt: Peso total de los RR. SS., recolectados en el día.

*Calculo de la Densidad de los Residuos Sólidos por área y el total de la empresa exceptuando el estiércol*

Para calcular la densidad se realizó al final de la semana de los acumulados por cada área ya que las cantidades por áreas diarias fueron pequeñas, se llevó a cabo con estos pasos:

Se depositó los residuos de cada bolsa previamente pesada y registrada por área, en un cilindro de 150 l., de capacidad, del cual se registró sus medidas de altura y diámetro. Se vertieron todas las bolsas generadas por áreas al cilindro, tratando de no ejercer presión sobre los residuos, para obtener valores confiables.

Una vez vertidas al cilindro, este se elevó 20cm aproximadamente para dejarlo caer, este paso se repitió 3 veces para que los residuos puedan ocupar los espacios vacíos dentro del cilindro. Se midió el espacio libre, producto del desplazamiento de los RR. SS.

Estos datos obtenidos se aplicaron a la fórmula de densidad siguiente:

$$S = \frac{W}{V} + \frac{W}{N \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H - h)}$$

**Ecuación 2.** de determinación de la densidad

*Dónde:*

S: Densidad de los RR. SS.

W: Peso de los RR. SS.

V: Volumen de los RR. SS.

D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

h: Altura libre de RR. SS

N: Constante (3,1416)

### *Materiales*

- Ficha de recolección de datos
- balanza colgante romana digital electrónica portátil
- Bolsas de basura rotuladas
- Cinta de embalaje adhesiva
- EPP's
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Cilindro de aluminio
- Wincha



**Figura 18.** Manejo de residuos en el campo.

**Tabla 9***Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso de área administrativa*

<b>NOMBRE: Janzo Gutiérrez</b>								
<b>ÁREA: Administrativa</b>								
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S</b>								
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Dia 0 (g)</b>	<b>Dia 1 (g)</b>	<b>Dia 2 (g)</b>	<b>Dia 3 (g)</b>	<b>Dia 4 (g)</b>	<b>Dia 5 (g)</b>	<b>Dia 6 (g)</b>	<b>Dia 7 (g)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas, y otros.		95		60		75	35	50
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. Papel		80		75		125	60	80
1.2.2. Cartón		115		95		110	85	95
1.2.3. Vidrio								
1.2.4. Plástico		80		85		115	75	115
1.2.6. Metales				5				
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso		15		25		20	15	15
Tecnopor				10				
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de medicamentos		115				155		130
<b>PESO TOTAL</b>		<b>500</b>		<b>355</b>		<b>600</b>	<b>270</b>	<b>485</b>

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 10**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de almacén y pesaje de vitaminas*

NOMBRE: María Miranda								
ÁREA: Almacén y peso de vitaminas								
COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S								
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Dia 0 (g)	Dia 1 (g)	Dia 2 (g)	Dia 3 (g)	Dia 4 (g)	Dia 5 (g)	Dia 6 (g)	Dia 7 (g)
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas, otros.								
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. Papel		55		50	55	45	55	50
1.2.2. Cartón								
1.2.4. Plástico		95		70	55	60	55	65
1.2.6. Metales								
1.2.7. Textiles		2		3	2	3	3	2
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso								
Tecnopor								
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de agroquímicos								
<b>PESO TOTAL</b>		<b>152</b>		<b>123</b>	<b>112</b>	<b>108</b>	<b>113</b>	<b>117</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de almacén y procesado de alimentos*

<b>NOMBRE: Saldaña Adrián</b>								
<b>ÁREA: Almacén y procesado de alimentos</b>								
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S</b>								
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Día 0 (g)</b>	<b>Día 1 (g)</b>	<b>Día 2 (g)</b>	<b>Día 3 (g)</b>	<b>Día 4 (g)</b>	<b>Día 5 (g)</b>	<b>Día 6 (g)</b>	<b>Día 7 (g)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascara, restos de fruta, verduras, hortalizas.		15		20		35	15	10
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. <i>Papel</i>		5	10	15	5		25	
1.2.4. <i>Plástico</i>		15			30			25
1.2.6. <i>Metales</i>		30				60		
1.2.7. <i>Textiles</i>		2		4	2	3	2	2
1.2.9. Costales de rafia		355	320	325	215	280	295	275
1.2.10. Rafia		35	25	20	25	30	15	35
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso		25		35	25		15	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de medicamentos								
<b>PESO TOTAL</b>		<b>482</b>	<b>355</b>	<b>420</b>	<b>302</b>	<b>408</b>	<b>367</b>	<b>347</b>

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 12**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Veterinaria y sanidad*

NOMBRE: Vicente Jhon								
ÁREA: Veterinaria y sanidad								
COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S								
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Día 0 (g)	Día 1 (g)	Día 2 (g)	Día 3 (g)	Día 4 (g)	Día 5 (g)	Día 6 (g)	Día 7 (g)
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascara, restos de fruta, verduras, hortalizas.		450	315	255	400	150	275	335
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. <i>Papel</i>		25		20	15	35		15
1.2.3. <i>Vidrio</i>								
1.2.4. <i>Plástico</i>		25	15	40		10	15	
1.2.5. <i>Tetra brik</i>								10
1.2.6. <i>Metales</i>								
1.2.9. <i>Latas</i>		45	120	65	40	50	30	25
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso		35		45		5	25	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de medicamentos		25		30		90	120	40
<b>PESO TOTAL</b>		<b>605</b>	<b>450</b>	<b>455</b>	<b>455</b>	<b>340</b>	<b>465</b>	<b>425</b>

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 13**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Mezcla de químicos*

<b>NOMBRE: Ingeniero agrónomo</b>								
<b>ÁREA: Mezcla de químicos</b>								
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S</b>								
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Dia 0 (g)</b>	<b>Dia 1 (g)</b>	<b>Dia 2 (g)</b>	<b>Dia 3 (g)</b>	<b>Dia 4 (g)</b>	<b>Dia 5 (g)</b>	<b>Dia 6 (g)</b>	<b>Dia 7 (g)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas.								
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. <i>Papel</i>								
1.2.8. <i>Caucho, cuero, jebe</i>								
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso								
Residuos inertes: tierra, piedras, cerámicos, ladrillos y otros similares.								
Envolturas de alimentos.								
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de medicamentos								
Restos de agroquímicos		600		550	650	635	530	580
<b>PESO TOTAL</b>		<b>600</b>		<b>550</b>	<b>650</b>	<b>635</b>	<b>530</b>	<b>580</b>

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 14**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de Ordeño y cría*

<b>NOMBRE: Martínez Fabiola</b>								
<b>ÁREA: Ordeño y cría</b>								
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S</b>								
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Dia 0 (g)</b>	<b>Dia 1 (g)</b>	<b>Dia 2 (g)</b>	<b>Dia 3 (g)</b>	<b>Dia 4 (g)</b>	<b>Dia 5 (g)</b>	<b>Dia 6 (g)</b>	<b>Dia 7 (g)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de maleza y poda: restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares.		105	210	50	250	165	80	100
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. <i>Papel</i>		315		200	415	380	375	325
1.2.2. <i>Cartón</i>			35	25	15		45	35
1.2.3. <i>Vidrio</i>								
1.2.4. <i>Plástico</i>		85	60	95		60	70	100
1.2.5. <i>Tetra brik</i>								
1.2.6. <i>Metales</i>				65			35	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso		65	25	75	115	25	45	30
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Otros peligrosos		150		100	90	120	130	
<b>PESO TOTAL</b>		<b>720</b>	<b>330</b>	<b>610</b>	<b>885</b>	<b>750</b>	<b>780</b>	<b>590</b>

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 15**

*Ficha propuesta de recolección de datos sobre tipo y peso del área de galpones (lugar de estancia del ganado)*

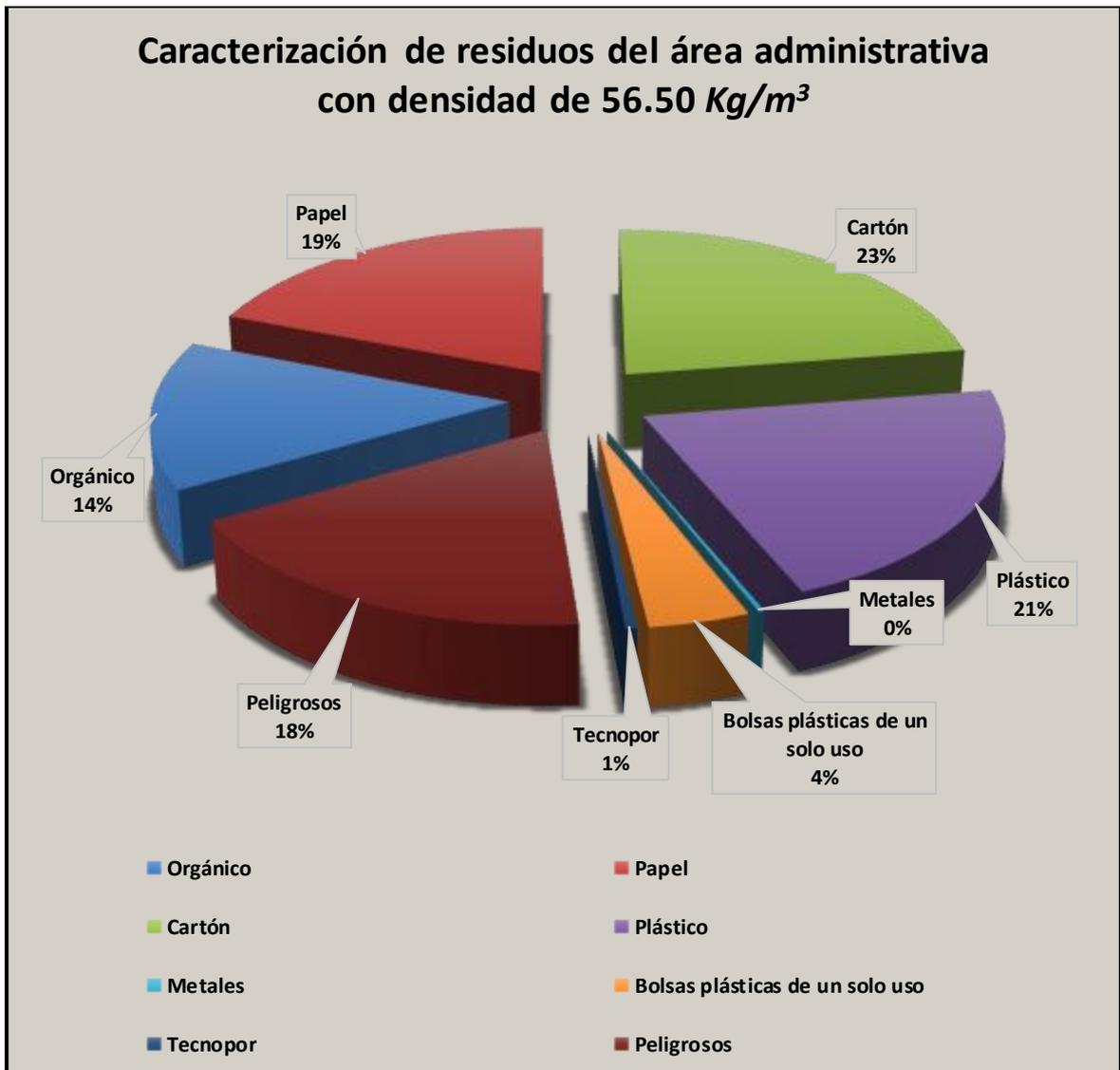
NOMBRE: Willy Vicente								
ÁREA: Área de galpones (lugar de estancia del ganado)								
COORDENADAS DE UBICACIÓN: Coordenada este: 353360.35 m E; Coordenada oeste: 8559485.35 m S								
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Dia 0 (g)	Dia 1 (g)	Dia 2 (g)	Dia 3 (g)	Dia 4 (g)	Dia 5 (g)	Dia 6 (g)	Dia 7 (g)
<b>NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas.								
<i>Estiércol del ganado vacuno</i>		20307.62	20307.62	20307.62	20307.62	20307.62	20307.62	20307.62
<b>PESO TOTAL</b>		<b>20307.62</b>						

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 16***Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área administrativa*

<b>AREA: Administrativa</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			56.50
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas, otros.	0.315	14.25	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	0.420	19.00	
<i>Cartón</i>	0.500	22.62	
<i>Plástico</i>	0.470	21.27	
<i>Metales</i>	0.005	0.23	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.090	4.07	
Tecnopor	0.010	0.46	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Restos de medicamentos	0.400	18.10	
<b>TOTALES 7 DIAS</b>	<b>2.210</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*



**Figura 19.** Residuos del área administrativa.

En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS en el área administrativa donde se puede observar que los residuos que más se producen son: el cartón con un 23%, seguido de plásticos con 21% y papeles con un 19%, la producción de RR. OO para esta área es baja con un 14%. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro para esta área fue de,  $56.50 \text{ kg/m}^3$ .

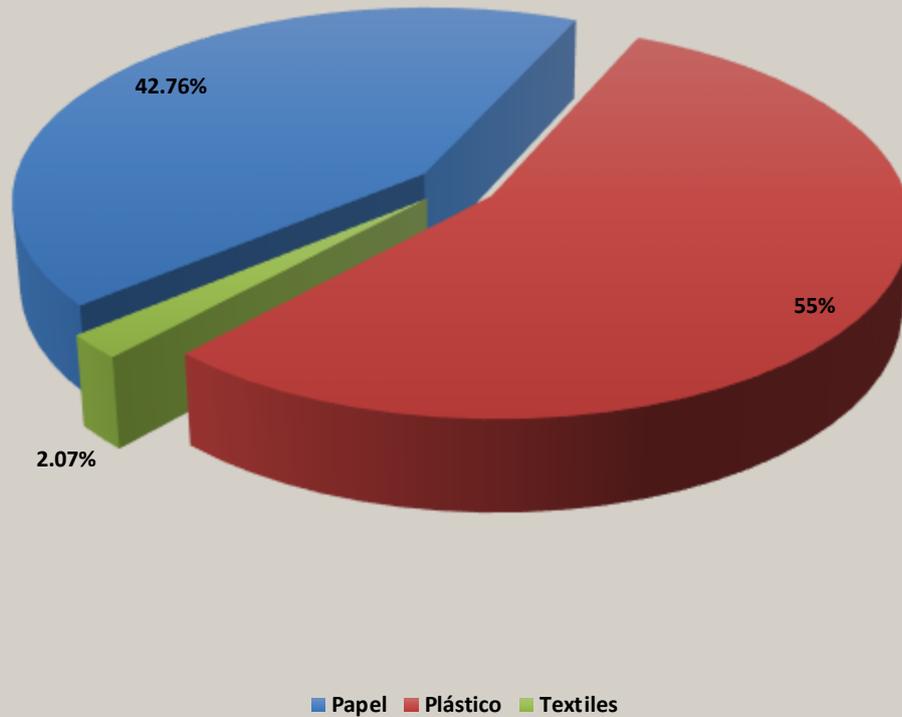
**Tabla 17**

*Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Almacén y peso de vitaminas*

<b>AREA: Almacén y peso de vitaminas</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			15.44
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	0.310	42.76	
<i>Plástico</i>	0.400	55.17	
<i>Textiles</i>	0.015	2.07	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
<b>PESO TOTAL 7 DIAS</b>	<b>0.725</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*

**Caracterización de residuos en almacén de vitaminas con una densidad de  $15.44 \text{ Kg/m}^3$**



**Figura 20.** Residuos del área de Almacén y pesaje de vitaminas.

En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS en el área almacén y pesaje de vitaminas, donde se puede observar que los residuos que se producen son: plásticos con un 55%, seguido de papel con 42.76% y textiles en forma de hilo con un 2.07%, la producción de RR. OO para esta área es nula. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro para esta área fue de,  $15.44 \text{ kg/m}^3$ .

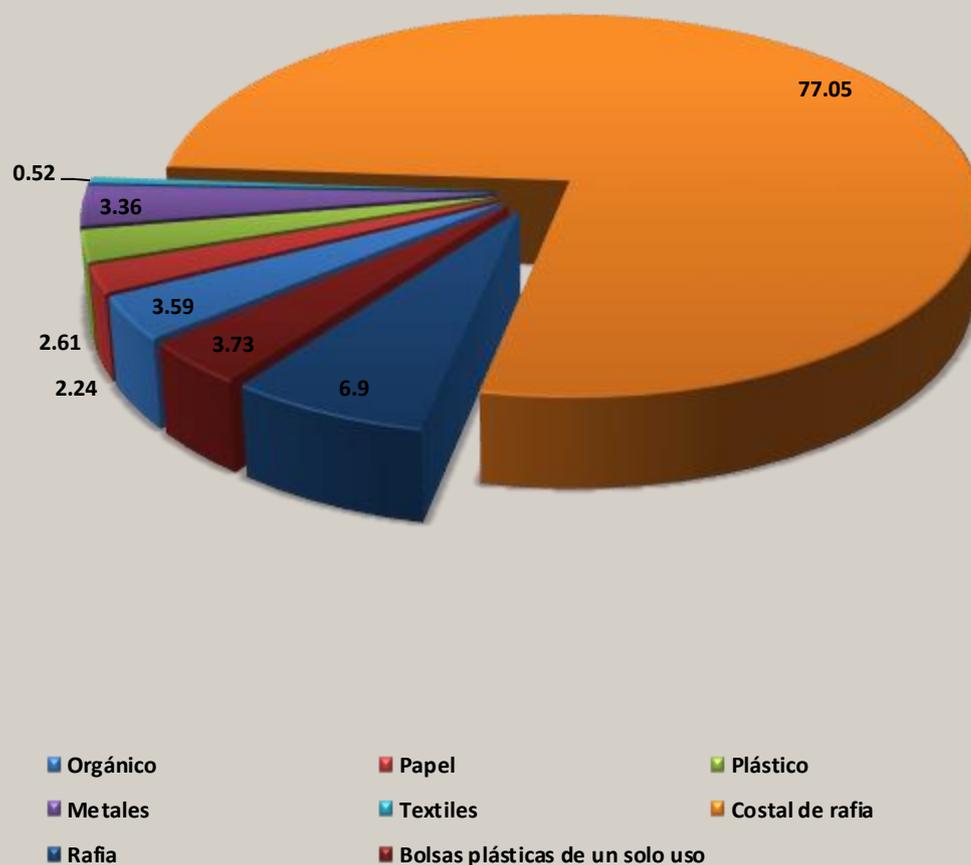
**Tabla 18**

*Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de almacén y procesamiento de alimentos*

<b>AREA: Almacén y procesamiento de alimentos</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			24.55
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas, y otros similares.	0.095	3.59	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	0.060	2.24	
<i>Plástico</i>	0.070	2.61	
<i>Metales</i>	0.090	3.36	
<i>Textiles</i>	0.014	0.52	
<i>Costal de rafia</i>	2.065	77.05	
<i>Rafia</i>	0.185	6.90	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.100	3.73	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>2.680</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*

### Caracterización de residuos en área de Almacén y procesado de alimentos con densidad $24.55 \text{ Kg/m}^3$



**Figura 21.** Residuos del área de almacén y procesado de alimentos.

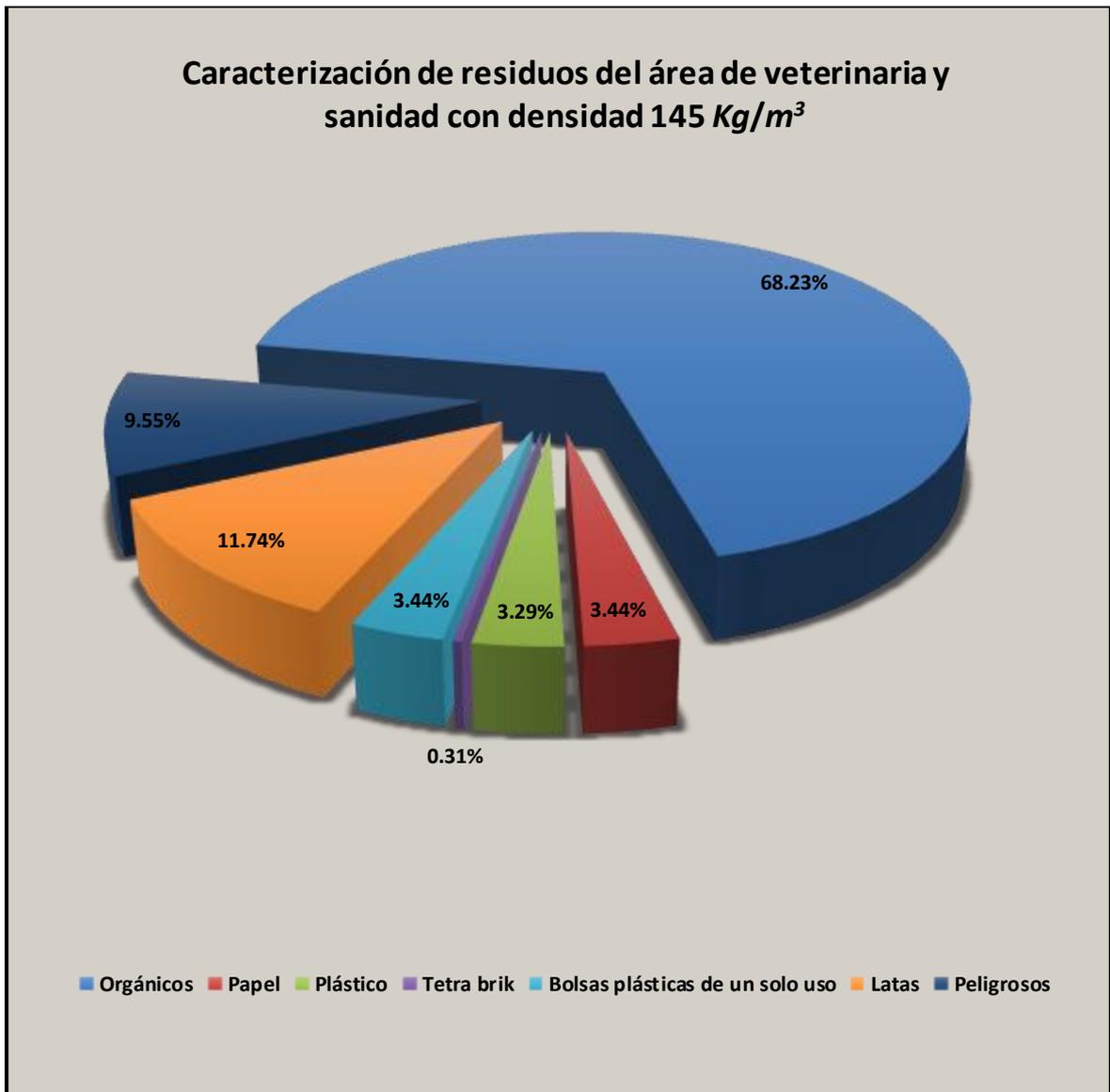
En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS en el área de almacén y procesado de alimentos donde se puede observar que los residuos que más se producen son: costal de rafia con un 77.05%, seguido de rafia en forma de cuerda con 6.9% y bolsas plásticas de un solo uso con un 3.73%, la producción de RR. OO para esta área es baja con un 3.59%. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro fue de,  $24.55 \text{ kg/m}^3$ .

**Tabla 19**

*Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de veterinaria y sanidad*

<b>AREA: Veterinaria y sanidad</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			145
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de alimentos: restos de comida, cascaras, restos de fruta, verduras, hortalizas, y otros similares.	2.180	68.23	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	0.110	3.44	
<i>Plástico</i>	0.105	3.29	
<i>Tetra brik</i>	0.010	0.31	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.110	3.44	
Latas	0.375	11.74	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Restos de medicamentos	0.305	9.55	
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>3.195</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*



**Figura 22.** Residuos del área de veterinaria y sanidad.

En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS en el área de veterinaria y sanidad donde se puede observar que los residuos que más se producen son: RR. OO con un 68.23%, seguido de envases de lata con 11.74% y RR. PP con un 9.55%. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro para esta área fue de, 145 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 20**

*Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Mezcla de químicos*

<b>ÁREA: Mezcla de químicos</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			53.36
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Restos de agroquímicos	3.555	100	
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>3.555</b>		

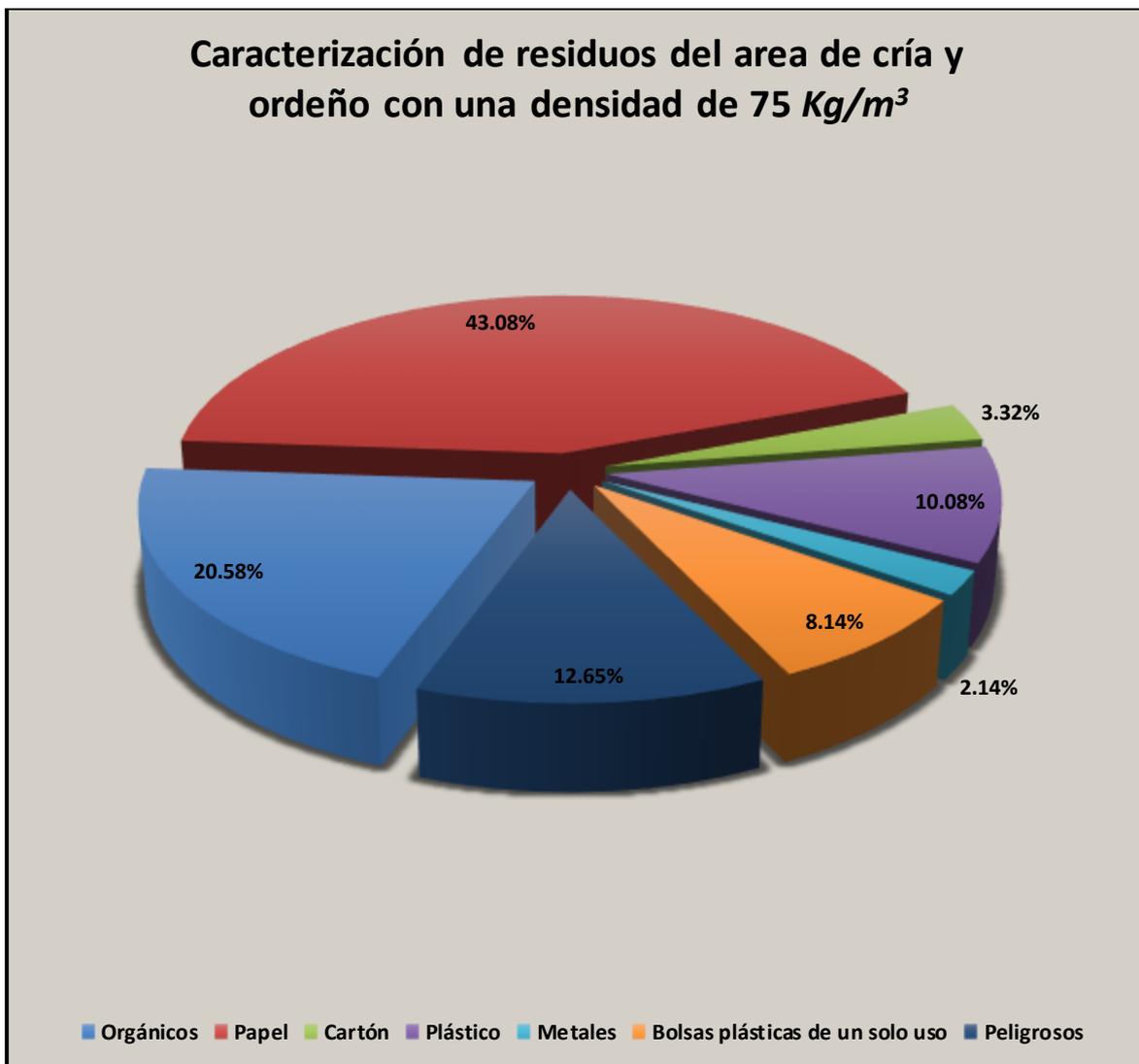
*Fuente: elaboración propia.*

En esta área solo se produjo RR. PP en forma de envases plásticos contenedores de los químicos necesarios para limpieza, desinfección y otros necesarios para el proceso de producción. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro para esta área fue de, 53.36  $kg/m^3$ .

**Tabla 21***Densidad, tipo, peso y porcentaje de residuos del área de Ordeño y crías*

<b>AREA: Ordeño y crías</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad total (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			75
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de maleza y poda: restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares.	0.960	20.58	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	2.010	43.08	
<i>Cartón</i>	0.155	3.32	
<i>Plástico</i>	0.470	10.08	
<i>Metales</i>	0.100	2.14	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.380	8.14	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Otros peligrosos	0.590	12.65	
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>4.665</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*



**Figura 23.** Residuos del área de Ordeño y crías.

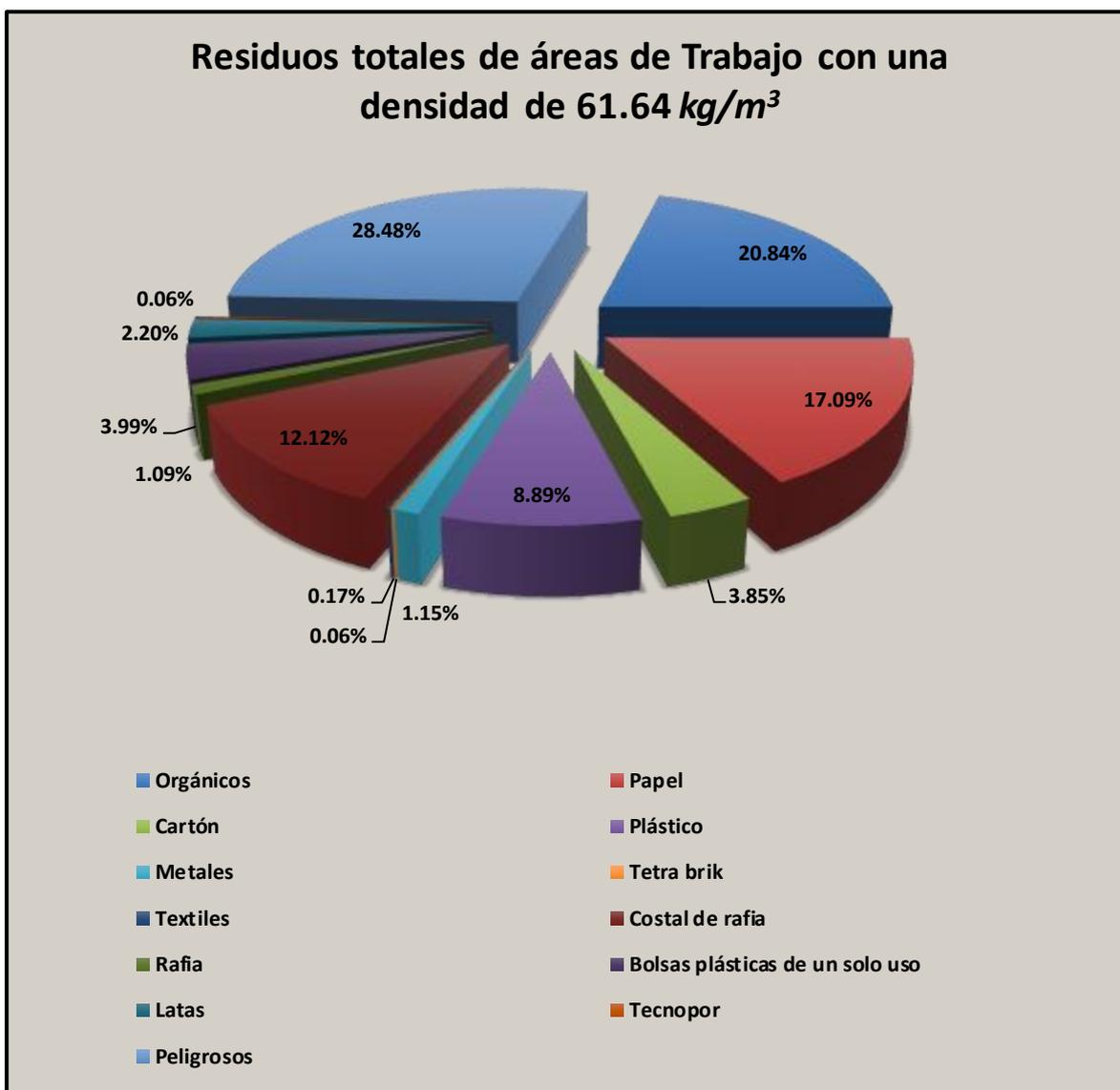
En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS en el área de ordeño y crías donde se puede observar que los residuos que más se producen son: papel con un 43.08%, seguido de RR. OO con 20.58% y RR. PP con un 12.65%. La densidad del total de residuos calculados por el método del cilindro para esta área fue de, 75 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 22***Densidad, tipo, peso y porcentaje del total de las áreas durante 7 días*

<b>RESIDUOS TOTALES GENERADOS EN UNA SEMANA</b>			
<b>TIPO DE RESIDUO SOLIDOS</b>	<b>Peso total (Kg)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			61.64
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de maleza y poda: restos de flores, hojas, otros.	0.960	5.63	
Residuos de alimentos: restos de comida, cascara, otros.	2.590	15.21	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	2.910	17.09	
<i>Cartón</i>	0.655	3.85	
<i>Plástico</i>	1.515	8.89	
<i>Metales</i>	0.195	1.15	
<i>Tetra brik</i>	0.010	0.06	
<i>Textiles</i>	0.029	0.17	
<i>Costal de rafia</i>	2.065	12.12	
<i>Rafia</i>	0.185	1.09	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.68	3.99	
Latas	0.375	2.20	
Tecnopor	0.010	0.06	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Peligrosos	4.85	28.48	
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>17.030</b>	<b>100</b>	

*Fuente: elaboración propia.*

Estiércol del ganado 7 días	142153.00 kg	100%
-----------------------------	--------------	------



**Figura 24.** Residuos del total de las áreas por 7 días.

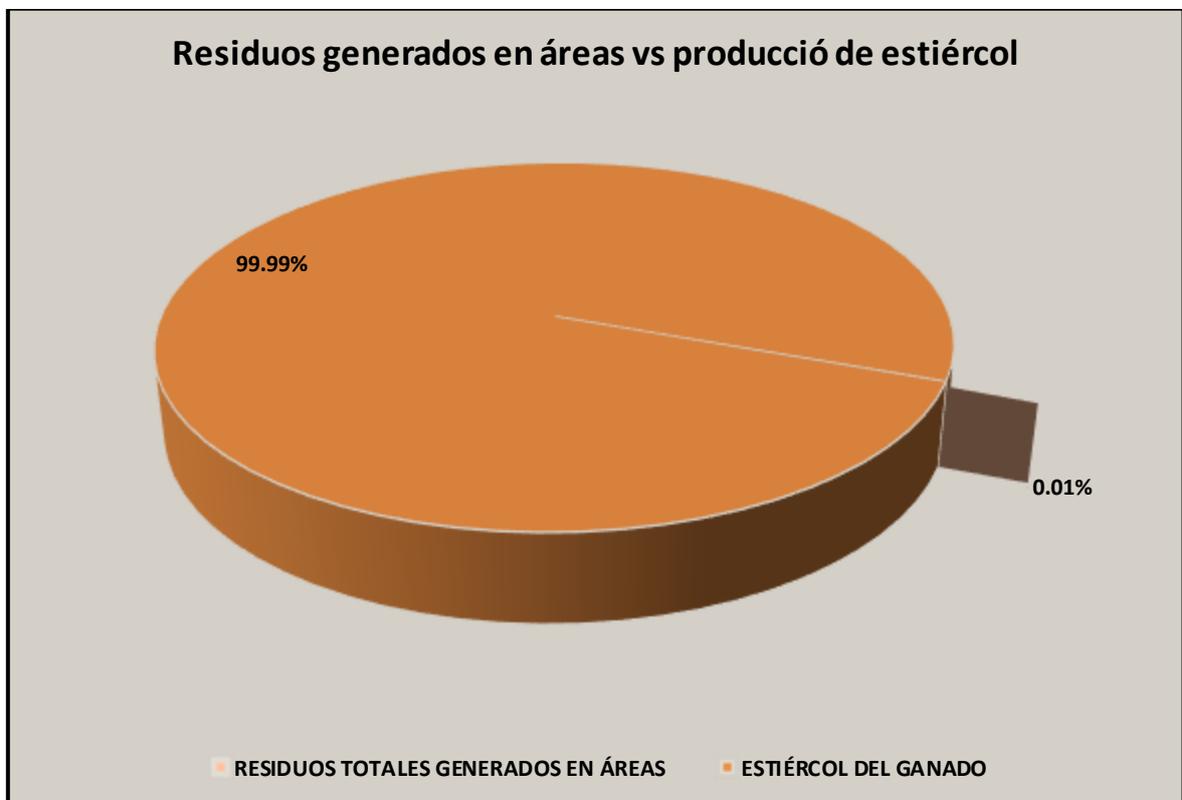
En este gráfico se muestra las proporciones de la generación de los RR. SS de la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., generados durante 7 días excluyendo el día cero y exceptuando la producción de estiércol, donde se puede observar que los residuos que más se producen son: RR. PP con un 28.48%, seguido de RR. OO con 20.84% y papeles con un 17.09%. La densidad del total promediado de residuos calculados por el método del cilindro fue de, 61.64 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 23**

*Pesos y porcentaje de generación del total de las áreas durante 7 días*

RESIDUOS TOTALES GENERADOS EN UNA SEMANA		
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Peso total (Kg)	Producción (%)
RESIDUOS TOTALES GENERADOS EN ÁREAS	17.03	0.012
ESTIÉRCOL DEL GANADO	142153.00	99.988
<b>TOTAL</b>	<b>142170.03</b>	<b>100</b>

*Fuente: elaboración propia.*



**Figura 25.** porcentajes de residuos totales de áreas vs producción de estiércol.

En este gráfico se muestra la comparación entre la producción de estiércol total del ganado del establecimiento durante una semana vs la producción de residuos en todas las áreas del proceso de producción acumulados durante una semana, en la cual se puede observar que los residuos de las áreas son casi insignificantes.

Para estimar el peso del estiércol se recurrió a investigaciones anteriores sobre promedios de producción a nivel internacional para deyecciones de vacas lecheras.

**Tabla 24**

*Cantidad de ganado vacuno de la empresa ganadera en estudio*

<u>Tipo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Raza</u>	<u>Edad promedio</u>
<b>Vacas en producción</b>	370	Holstein	Mayor a 2 años
<b>Terneritas</b>	101	Holstein	6 meses
<b>Vaquillas</b>	87	Holstein	14 meses
<b>Vaquillonas</b>	231	Holstein	20 meses

*Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 25**

*Estándares de peso y talla esperado para terneras, vaquillas y vaquillonas según raza*

<u>Edad (meses)</u>	<u>Brown Swiss y Holstein</u>			<u>Jersey</u>		
	<u>Perímetro Torácico (cm)</u>	<u>Peso (Kg)</u>	<u>Altura a la Cruz (cm)</u>	<u>Perímetro Torácico (cm)</u>	<u>Peso (Kg)</u>	<u>Altura a la Cruz (cm)</u>
<b>Nacimiento</b>	72.5	42.5	72.5	---	25.5	65.0
<b>2</b>	90.0	72.7	85.0	77.5	50.0	75.0
<b>6</b>	125.0	177.3	105.0	110.0	127.3	95.0
<b>12</b>	155.0	318.2	120.0	138.7	231.8	107.5
<b>14</b>	161.0	354.5	122.5	145.0	259.1	110.0
<b>16</b>	166.2	386.4	125.0	148.7	281.8	112.5
<b>18</b>	170.0	413.6	127.5	152.5	304.5	115.0
<b>24</b>	183.7	513.6	135.0	165.0	377.3	122.5
<b>Adultas</b>	---	650.0	150.0			

*Fuente:* tomado de Universidad Agraria La Molina (2011). Manejo integrado de ganado vacuno.

**Tabla 26***Deyecciones anuales sólidas y líquidas del ganado vacuno*

	<u>Deyecciones anuales (kg)</u> <u>sólidas</u>	<u>Deyecciones anuales (kg)</u> <u>líquidas</u>
<b>Vacuno</b>		
<b>Animales jóvenes</b>	3.650 – 4.384	1825
<b>Animales de 500 kg</b>	5840	2555
<b>Vacas lecheras</b>	9125	5475

*Fuente:* Tomado de: Código de Buenas Prácticas Agrarias anexo 7.

Según Weiland, (1999), la cantidad excretada por los animales es del 8 – 9% del peso corporal en el caso del ganado vacuno (REC, 2016).

**Tabla 27***Cálculos de la cantidad de estiércol producida en la empresa ganadera*

<u>Tipo</u>	<u>Cantid</u> <u>ad</u>	<u>Raza</u>	<u>Edad</u> <u>promedio</u>	<u>Según</u> <u>Weiland,</u> <u>(1999)</u>	<u>Peso</u> <u>promedio</u> <u>(kg)</u>	<u>Porción</u> <u>de</u> <u>estiércol</u>	<u>Estiérc</u> <u>ol</u> <u>(Kg/día)</u>
<b>Vacas en producción</b>	370	Holstein	Mayor a 2 años		650.0	0.625	12025.0
<b>Terneritas</b>	101	Holstein	6 meses	8%	177.3	0.5457	781.76
<b>Vaquillas</b>	87	Holstein	14 meses		354.5	0.6956	1716.26
<b>Vaquillonas</b>	231	Holstein	20 meses		450.0		5784.60
<b>Total</b>							<b>20307.6</b>

*Fuente:* elaboración propia.

### ***3.1.7.2. segunda etapa, análisis de principales parámetros físico-químicos del principal residuo orgánico que se produjo en la empresa.***

Como resultado de la caracterización de la primera etapa del trabajo tenemos que la cantidad de residuo que más se produjo, que fue el estiércol con una cantidad aproximada de 20 t/día, a pesar que se identificó otros tipos de M.O para este estudio se obviara por la cantidad mínima de producción que fue de 3.55 kg durante toda la semana. entonces el estudio sobre M.O se centrará en realizar análisis sobre el estiércol.

#### *Recolección de muestras de estiércol para análisis*

el muestreo se realizó en un corral de 17 m de ancho por 35 m de largo dentro del área de galpones (lugar de estancia del ganado), para la recolección de muestras se adaptó al método de muestreo de homogeneidad aparente (muestreo por zonas). Este procedimiento fue empleado por Castillo (2013) para muestreo de estiércol de pollos broiler.

El primer paso consistió en obtener información general sobre el corral de estiércol a seleccionar. Posteriormente se realizó el planteamiento del muestreo. Durante la visita se habló con un trabajador que maneja los corrales, con su ayuda se identificaron tres zonas en función del tiempo de estancia dentro del mismo corral.

Durante la salida de campo para la toma de muestras del corral, se procedió en primer lugar a identificar visualmente los límites entre las tres zonas o regiones existentes.

Como se han identificado tres regiones diferentes dentro del mismo corral, se procede a realizar un muestreo por regiones.

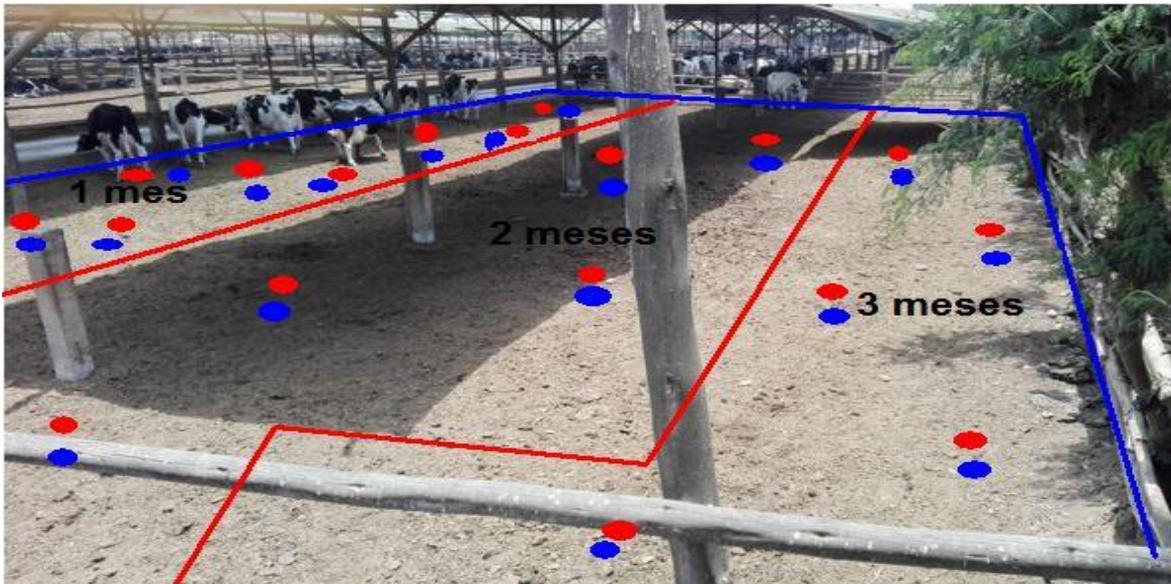
Cada una de las tres regiones son visualmente homogéneas. No obstante, la homogeneidad puede ser aparente y es probable que exista diferencias de humedad u otras propiedades entre el interior y la superficie. Para poder comprobarlo se realizan tomas de muestras a dos profundidades, parte superficial seca que llega hasta aproximadamente 3 cm, y parte inferior 10 cm aproximadamente. Esta diferencia entre la superficie y la profundidad se pudo observar en todos los puntos de muestreo. En total el número de muestras que se recogieron fueron 26.



**Figura 26.** Corral seleccionado para la toma de muestras.

*Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:*

- Región de 1 mes: 8 tomas de muestreo a dos profundidades a 3 *cm* y a 10 *cm* (2 muestras compuestas)
- Región de 2 meses: 5 tomas de muestreo a dos profundidades a 3 *cm* y a 10 *cm* (2 muestras compuestas).
- Región de 3 meses: 5 tomas de muestreo a dos profundidades a 3 *cm* y a 10 *cm* (2 muestras compuestas).



**Figura 27.** Divisiones por regiones según tiempo de residencia.

Donde el color rojo corresponde a la muestra superficial a 3 cm y el azul a una profundidad aproximada de 10 cm. Se justifica la distribución de las tomas de muestras para conocer la variedad dentro de un mismo corral, y cumplir con el objetivo de una recolección adecuada.

Las muestras recogidas en la región de 1 mes son las que se usan para caracterizar la variabilidad en el corral y por ello el número de muestras compuestas es de 2. El número de muestras de las otras dos regiones (2 y 3 meses) son dos muestras compuestas para cada región (una por profundidad), ya que, para comprobar si el paso del tiempo modifica la composición del estiércol y poder corroborar si los resultados extraídos son válidos para estiércoles de diferentes edades.



**Figura 28.** Muestras de la región de un mes.



*Figura 29.* Muestras de la región de dos meses.



*Figura 30.* Muestras de la región de tres meses.

Los 8 puntos de muestreo en la región 1 mes, se distribuyen de manera regular, dejando una distancia igual entre unos y otros. En las otras dos regiones (2 y 3 meses) el área de muestreo se establece de la misma manera que en la región 1 mes, tomando una única muestra compuesta para cada profundidad que represente cada una de las regiones.

Hood (1997) citado por Castillo (2013) sugiere que las muestras tomadas se recolectan individualmente en una bolsa de plástico que es previamente identificada con el montón, el punto de la toma y la profundidad, y seguidamente cerrada para evitar pérdidas de masa o de compuestos por volatilización. En la medida de lo posible se disgregan los agregados de estiércol y se homogeniza la muestra en campo.



**Figura 31.** Toma de muestras superficiales y profundas, además de la mezcla compuesta en campo.

*Materiales utilizados:*

- Bandejas de plástico
- bolsas
- etiquetas
- Cuaderno de campo
- Lapicero
- Barreta
- wincha
- Botas y guantes
- Cámara fotográfica
- Lampa



**Figura 32.** Materiales necesarios para la toma de muestras.

## *Trabajo en laboratorio*

### *Porcentaje de humedad*

Una vez obtenidas las muestras para el laboratorio de 10 g que se necesita para el análisis, estos se trasladan a las placas de Petri.

### *Determinación del parámetro porcentaje de humedad (%H)*

Para determinar del porcentaje de humedad se realizó con procedimientos y técnicas de laboratorio.

### *Procedimiento*

Teniendo los 10 g de estiércol de cada muestra, se procede de la siguiente manera:

- Se toman las placas de Petri y se los pesa en la balanza analítica.
- Se anotan los pesos con las cifras que proporciona la balanza.
- se procede llenar las placas con las muestras húmedas y se anota el peso de la placa más muestra húmeda.
- Se introducen las placas en la estufa automática.
- Se la programa la estufa a 105 °C hasta lograr secar las muestras.
- Pasado el periodo de tiempo de secado, se espera durante aproximadamente 10 minutos antes de abrir la estufa. Luego se retiran las placas con pinzas y los pesamos nuevamente, su valor se anota en peso de placa más estiércol.
- Llenados los datos en la Tabla, basados en la ecuación 3 se halló el porcentaje de humedad contenido en las muestras de estiércol.

### *Cálculo para la determinación del porcentaje de humedad*

Para hallar el porcentaje de humedad se empleó la fórmula utilizada por laboratorio de Suelos y Aguas de Sáenz (2005), la fórmula a aplicar es la siguiente:

$$\% \text{Humedad} = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

**Ecuación 3.** de determinación del porcentaje de humedad.

*Donde:*

A = Peso de placa más la muestra húmeda (g).

B = Peso de placa más la muestra seca (g).

C = Peso de placa (g).

De esta manera se obtendrá para la totalidad de las muestras un porcentaje de humedad en peso, relacionada a la muestra húmeda.

*Materiales:*

- Placas Petri
- Guantes de látex
- Pinzas

*Equipos:*

- Balanza de precisión
- Estufa



**Figura 33.** Análisis en laboratorio del porcentaje de humedad.

### *Determinación de la conductividad eléctrica*

La *C.E* se obtuvo a partir de una solución de concentración volumétrica 1:20 (V/V), a una temperatura de 25°C.

#### *Procedimiento:*

El conductímetro se debe encender y calibrar, por lo menos media hora antes de las determinaciones. Ya obtenido un volumen suficiente de solución entre agua destilada y muestra en relación 20:1, midiendo 100 *ml* de agua destilada y 5 *ml* de muestra de estiércol agitada previamente con el agitador magnético, se procede a las mediciones. Todo el procedimiento se realizó por duplicado.

#### *Materiales*

- Probeta de 50 *ml*
- Guantes de látex
- Espátula
- Vasos de precipitado de 1000 *ml*
- Vasos de precipitado de 200 *ml*
- Bagueta de agitación
- H<sub>2</sub>O destilada

#### *Equipos:*

- Conductímetro
- Agitador magnético



**Figura 34.** Análisis de la *C.E* en laboratorio.

### *Determinación del pH*

Para la determinación del *pH* se midió en suspensión de una solución en concentración volumétrica de 1:20 (V/V), es decir 5 *ml* de sustrato fresco de cada mes en 100 *ml* de agua destilada.

#### *Procedimiento:*

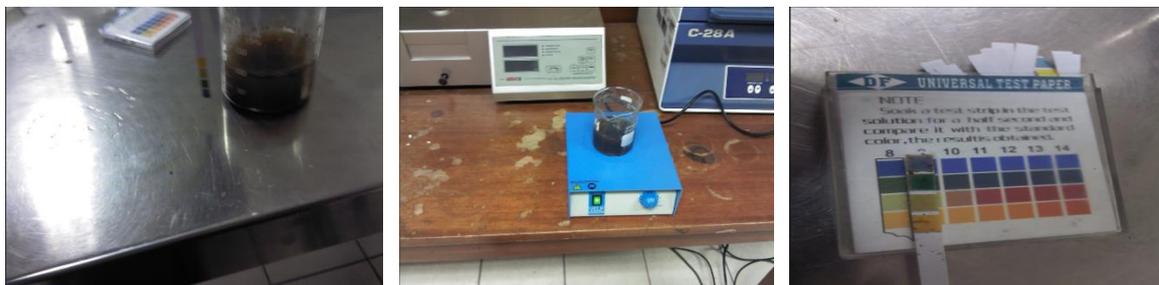
Luego de determinar la *C.E*, con la misma solución (muestra más agua destilada), realizada en el paso anterior se determinó el *pH* con Tiras reactivas de papel *pH* de tornasol de 4 colores, la cual se sumergió con todas las zonas indicadoras en la disolución durante aproximadamente 10 segundos. Seguidamente se comparó con la escala de colores de la referencia. Todo el procedimiento se realizó por duplicado.

#### *Materiales*

- Tiras reactivas de papel *pH* de tornasol de 4 colores
- Vasos de precipitado de 200 *ml*
- Vasos de precipitado de 1000 *ml*
- H<sub>2</sub>O destilada
- Bagueta de agitación
- Probeta de 50 *ml*
- Guantes de látex

#### *Equipos:*

- Agitador magnético



**Figura 35.** Determinación del pH en laboratorio.

### *Determinación de la densidad de sólidos por método de la probeta.*

Se pesa 20 g de muestra el cual se introduce con cuidado en una probeta limpia y seca de 100 ml de capacidad, con 70 ml de agua, esperamos a que la muestra se sumerja completamente y con ayuda de una varilla se mueve para liberar los gases que pudieran estar atrapadas en la muestra. Todo el procedimiento se realizó por duplicado, se deja reposar por espacio de 10 minutos, luego se mide el volumen desplazado en la probeta y se calcula con la siguiente formula:

$$S = \frac{\text{Masa de la muestra}}{\text{volumen desplazado}}$$

**Ecuación 4.** Densidad del sustrato

#### *Materiales*

- Vasos de precipitado de 200 ml
- Espátula
- Vasos de precipitado de 1000 ml
- Bagueta de agitación
- H<sub>2</sub>O destilada
- Probeta de 100 ml
- Guantes de látex
- Placa Petri

#### *Equipos:*

- Balanza de precisión



**Figura 36.** Medida de la densidad real en laboratorio.

### *Determinación de cenizas y materia orgánica*

El resultante obtenido al calcinar a 560°C una muestra seca a 105°C que es la masa seca inicial se denomina ceniza. De tal manera que el contenido de M.O total es el porcentaje de masa que se pierde, de la determinación anterior referida asimismo a la masa seca inicial, Domínguez (2010).

### *Procedimiento*

Para determinar las cenizas y M.O se realizaron con muestras de estiércol de 2 g, con una precisión 0.001 g, de muestra seca a 105°C previamente molido con mortero, reservado en recipientes con etiquetas correspondientes. Se taran los crisoles y se pesan los 2 g de muestra molida, los crisoles se trasladan a la mufla. La calcinación se realiza durante cuatro horas y se completa cuando las cenizas no contienen partículas negras. Al finalizar se sacan las muestras y se dejan enfriar hasta temperatura ambiente. Ya enfriados los crisoles, se pesan las cenizas.

### *Materiales*

- Mortero de porcelana
- Crisoles numerados
- Pinzas
- Espátula
- Bandeja de aluminio

### *Equipos:*

- Mufla
- Balanza de precisión
- Estufa



**Figura 37.** Determinación de M.O y cenizas en laboratorio.

### *Determinación de la densidad real*

La densidad real se define como la relación entre la masa del material sólido seco a 105° C y el volumen que ocupan las partículas que lo conforman, no considerando el espacio poroso interparticular. Se expresa en  $g/cm^3$  Domínguez (2010).

De acuerdo a Blake y Hartge (1986) las determinaciones picnométricas son adecuadas cuando se trata de muestras inorgánicas o con bajos contenidos en M.O, en los materiales que además presenten porosidad ocluida, las determinaciones picnométricas se deberán realizar con muestras inalteradas y pulverizadas (Domínguez, 2010).

Se calcula la densidad real como una estimación indirecta a partir de la determinación de la M.O y de las cenizas que se obtienen en el proceso de calcinación. Según Boodt *et al.* (1974), la densidad real de los materiales orgánicos es de  $1.45 g.cm^{-3}$  y la de las cenizas, como materia mineral, es de  $2.65 g.cm^{-3}$  (Domínguez, 2010).

### *Cálculo*

$$D.R = \frac{100}{\left(\frac{\%M.O}{1.45}\right) + \left(\frac{\%M.M}{2.65}\right)}$$

**Ecuación 5.** Calculo de la densidad real

*Donde:*

D.R = densidad real en  $g/cm^3$

%M.O = porcentaje de materia orgánica

%M.M = porcentaje de materia mineral

**3.1.7.3. Tercera etapa, análisis de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento del estiércol vacuno generado en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.**

Antes de iniciar el análisis de las propuestas se tiene que tener en cuenta el tipo de tecnología en función de los parámetros tanto analizados en laboratorio como el tema cultural y las oportunidades de poder contar con herramientas tecnológicas y de gestión por parte de la empresa ganadera, es así que se realizara el análisis con las restricciones del caso.

Como se vio en el inicio del capítulo 3 del presente trabajo la empresa ganadera en estudio se ubica en una zona agrícola por lo tanto el enfoque de la propuesta tecnológica se hará con relación a la mejora de la calidad del suelo tanto de parcelas propias como de las zonas aledañas.

La empresa ganadera a día de hoy utiliza como enmienda el estiércol vacuno producido, agregando directamente a las parcelas agrícolas.

**Tabla 28**

*Análisis de ventajas, desventajas y oportunidades de tecnologías*

<b>COMPOSTAJE</b>	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amplio rango de residuos que se podrían usar para su generación, pudiéndose realizar con diferentes tipos de mezclas entre residuos para alcanzar su estabilidad.</li> <li>▪ Tiene gran potencial como enmienda orgánica, y la presencia de esta M.O en el suelo cuyas proporciones deberán ser correctas, para asegurar la fertilidad y evitar la desertización.</li> <li>▪ El compost, mejora las propiedades físicas del suelo.</li> <li>▪ El compost mejora las propiedades químicas en el suelo. La M.O contribuye macronutrientes <i>N, P, K</i> y micronutrientes, y mejora la capacidad de intercambio catiónico.</li> <li>▪ Mejora la actividad biológica en el suelo.</li> <li>▪ El compostaje disminuye el peso, volumen, contenido en humedad, y la actividad de los estiércoles.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transforma el nitrógeno que están presentes en los estiércoles a una forma orgánica más estable.</li> <li>▪ Mejora la relación C/N de los componentes iniciales a aceptables para aplicarlos al suelo.</li> <li>▪ El calor del proceso de compostaje disminuye la viabilidad de las semillas que pudieran estar en el estiércol.</li> <li>▪ Disminuye riesgos de contaminación y malos olores.</li> </ul>
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entre las desventajas del compostaje se deben considerar, las cuestiones económicas.</li> <li>▪ Una cuestión a tener en cuenta es la de disposición de terrenos, para el almacenamiento los insumos iniciales, otro para mantener los compost en la fase de maduración y otro para almacenar el compost ya terminado.</li> <li>▪ Otro problema de consideración es el clima. En climas muy fríos, el proceso se extiende debido a las bajas temperaturas, incluso a veces se para.</li> <li>▪ Con respecto a sus propiedades fertilizantes, se dice que los compost tienen contenido de nitrógeno muy bajo, pero eso es seria cierto si en el proceso ha habido pérdidas por una mala práctica.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hay mercados para este producto. Los potenciales compradores serían los agricultores que realizan agricultura ecológica y horticultura medianamente intensiva, fruticultores, aquellos que tienen viviendas con jardín, campos de golf y propietarios de viveros, para la utilización propia. El precio de los compost variaría con dependencia de las características de, envasado y calidad, insumos de partida utilizados y destino final del producto terminado, algunos consideran el compost como un producto residual, en otros casos como producto de lujo. El precio va a depender del mercado local.</li> </ul>
REQUERIMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Relación C/N 25 +/- 5 como óptimo.</li> <li>▪ Tamaño de los residuos entre 10 mm a 20 mm.</li> <li>▪ Rango óptimo de pH entre 6.5 a 7.5.</li> </ul>

<b>DIGESTIÓN ANAERÓBICA</b>	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La construcción y operación de los reactores es simple.</li> <li>▪ El tratamiento anaerobio puede ser fácilmente aplicado a escala diferenciada tanto a pequeña o escala mayor.</li> <li>▪ Bajos requerimientos de espacio.</li> <li>▪ El consumo de energía es casi inexistente del reactor.</li> <li>▪ En el caso de residuos, un adecuado y estable pH se puede mantener sin la adición de químicos.</li> <li>▪ Los macronutrientes y micronutrientes están también disponibles en los residuos, en tanto que los compuestos tóxicos no lo están.</li> </ul>
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Su utilización se limita a las necesidades energéticas.</li> <li>▪ Tecnología más adaptada para el tratamiento de aguas residuales.</li> <li>▪ Periodo de inicio es largo, la cual se debe a la baja velocidad de crecimiento de microorganismos metanogénicos, este periodo de inicio a comparación con los procesos aerobios es amplio cuando no se dispone de un buen inculo.</li> <li>▪ Posibles malos olores debido al sulfuro de hidrógeno que es producido en los procesos anaerobios, particularmente cuando hay altas concentraciones de sulfato en la influente.</li> <li>▪ Necesidad de un post-tratamiento el post-tratamiento de efluente anaerobia es generalmente requerido para cumplir descargas estándares de M.O.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En este caso las oportunidades que puede tener la empresa aplicando este tipo de tecnología para el estiércol del ganado vacuno, sería del aprovechamiento energético para la empresa, difícilmente se realizaría la producción para otro tipo de beneficio, como venta de gas ya la empresa está alejada de zonas residenciales y otras empresas del mismo tipo, además teniendo en cuenta las restricciones mencionadas en el cuadro anterior.</li> </ul>

REQUERIMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ pH estable neutro, Los metanógenos trabajan efectivamente entre rango de pH de 6,5-8,2.</li><li>▪ Requerimientos bajos de químicos y nutrientes.</li><li>▪ Bajas concentraciones de amonio debido a que altas concentraciones en los residuos animales han inhibido tratamientos anaeróbicos, lo cual implica una dilución, es decir utilización de grandes volúmenes de agua.</li><li>▪ Según Ward <i>et al.</i>, (2008), pequeños cambios en temperatura, de 35°C a 30°C a de 30°C a 32°C han mostrado reducir la velocidad de producción de biogás (Parra, 2015).</li></ul>
----------------	--

<b>ENMIENDA M.O CON ESTIÉRCOL</b>	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El aporte de M.O como potencial mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológica hacen que sea un recurso importante, esencialmente para aquellos establecimientos agropecuarios de producción mixta.</li> <li>▪ Se caracterizan porque, además de sus principios fertilizantes aportan al terreno la M.O.</li> <li>▪ Su función es mayoritariamente estructural, este contribuye a promover la agregación de las partículas terrosas y la estabilidad de los glomérulos formados.</li> <li>▪ Utilización sin tratamiento.</li> </ul>
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es un material de difícil confrontación respecto a los otros por presencia de compuestos de retardada degradabilidad.</li> <li>▪ Para una correcta aplicación es necesario analizar la composición del mismo y la oferta de nutrientes del suelo y las necesidades del cultivo al cual se aplicará.</li> <li>▪ Su particular maduración ha hecho de este material que sea altamente polimerizado, resultando parcialmente inatacable por la microflora y por ello la demora de la descomposición.</li> <li>▪ Posibles problemas de elevadas concentraciones de N en el terreno debido a grandes cantidades de estiércol.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	Las oportunidades que se puede tener con el manejo de enmiendas de ganado vacuno es la venta directa o utilización propia del material, no obstante, este no se tiene un valor agregado de, como podría ser en el caso del compostaje.
REQUERIMIENTOS	En este caso esta materia no necesita de tratamiento por utilizarse de manera directa en el terreno.

*Fuente:* elaboración propia.

### 3.2. Resultados

#### 3.2.1. Análisis del estudio de caracterización de residuos sólidos generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

**Tabla 29**

*Registro del total de residuos generados en la empresa ganadera en 7 días*

RESIDUOS TOTALES GENERADOS EN UNA SEMANA			
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Peso total (Kg)	Producción (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
<b>NO PELIGROSOS</b>			61.64
<b>1. Residuos aprovechables</b>			
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>			
Residuos de maleza y poda: restos de flores, hojas, otros.	0.960	5.63	
Residuos de alimentos: restos de comida, cascara, otros.	2.590	15.21	
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>			
<i>Papel</i>	2.910	17.09	
<i>Cartón</i>	0.655	3.85	
<i>Plástico</i>	1.515	8.89	
<i>Metales</i>	0.195	1.15	
<i>Tetra brik</i>	0.010	0.06	
<i>Textiles</i>	0.029	0.17	
<i>Costal de rafia</i>	2.065	12.12	
<i>Rafia</i>	0.185	1.09	
<b>2. Residuos no aprovechables</b>			
Bolsas plásticas de un solo uso	0.68	3.99	
Latas	0.375	2.20	
Tecnopor	0.010	0.06	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
Peligrosos	4.85	28.48	
<b>PESO TOTAL 7 DÍAS</b>	<b>17.030</b>	<b>100</b>	

Estiércol del ganado 7 días	142153.00 kg	100%
-----------------------------	--------------	------

*Fuente: elaboración propia.*

En la tabla 29 se muestran todos los tipos de residuos generados en la empresa ganadera, además de los porcentajes de generación de cada uno de ellos, con una densidad promedio de  $61.64 \text{ kg/m}^3$ , excluyendo el estiércol. Donde se observa que el residuo que más se genera en promedio de todas las áreas son los RR. PP con un 28.48% del total, seguido de los orgánicos con un 20.84% y papeles con un 17.09%.



**Figura 38.** Generación de residuos en porcentaje.

Luego realizamos la comparación de los residuos totales generados en la empresa de todas las áreas con la generación de estiércol, los residuos generados en las áreas son casi insignificante ya que el porcentaje de producción de este último es de 99.988% y los otros residuos llega a 0.012%.



**Figura 39.** Residuos totales de áreas vs producción de estiércol.

### 3.2.2. Análisis de resultados de los principales parámetros físico-químicos.

#### 3.2.2.1. Porcentaje humedad

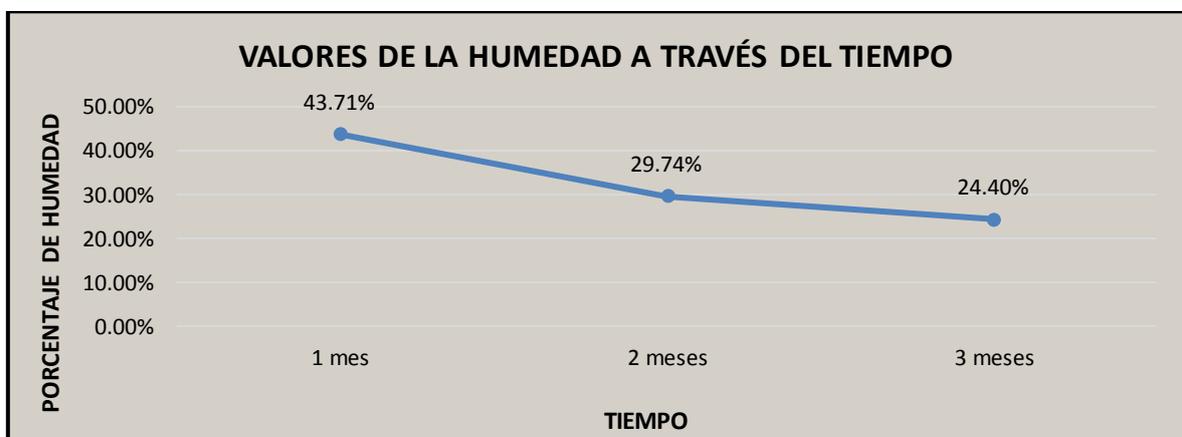
**Tabla 30**

*Cálculos del porcentaje humedad del estiércol producido en la empresa*

Código	Peso placa (g)	Peso placa + Muestra húmeda	Peso neto del estiércol	Peso placa + Estiércol seco	Peso neto del estiércol sin humedad (g) (estiércol-placa)	%Humedad total
<b>1 mes(I)</b>	35.6050	45.6470	10.0420	41.2575	5.6525	<b>43.71141</b>
<b>1 mes(II)</b>	44.2320	54.3068	10.0748	50.1380	5.9060	<b>41.37849</b>
<b>1 mes(III)</b>	44.1986	54.3666	10.1680	50.0360	5.8374	<b>42.59048</b>
<b>2 meses(I)</b>	42.8642	52.9002	10.0360	49.9150	7.0508	<b>29.74492</b>
<b>2 meses(II)</b>	46.9423	56.9645	10.0222	53.9700	7.0277	<b>29.87867</b>
<b>2 meses(III)</b>	34.6856	44.7641	10.0785	41.7220	7.0364	<b>30.18406</b>
<b>3 meses(I)</b>	41.3086	51.3106	10.0020	48.8700	7.5614	<b>24.40112</b>
<b>3 meses(II)</b>	40.0485	50.1839	10.1354	47.7190	7.6705	<b>24.31971</b>
<b>3 meses(III)</b>	48.9950	59.0310	10.0360	56.6740	7.6790	<b>23.48545</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 30 el porcentaje de humedad va decayendo a medida que pasa el tiempo ya que tenemos en promedio del 1° mes un 43.71%, 2° meses 29.74% y 3° meses 24.40%. La caída de humedad del primer mes al segundo es considerable habiendo decaído en un 13.97% en tanto del segundo mes al tercero decayó la humedad en 5.34%.



**Figura 40.** Valores de la humedad a través del tiempo.

### 3.2.2.2. Conductividad eléctrica

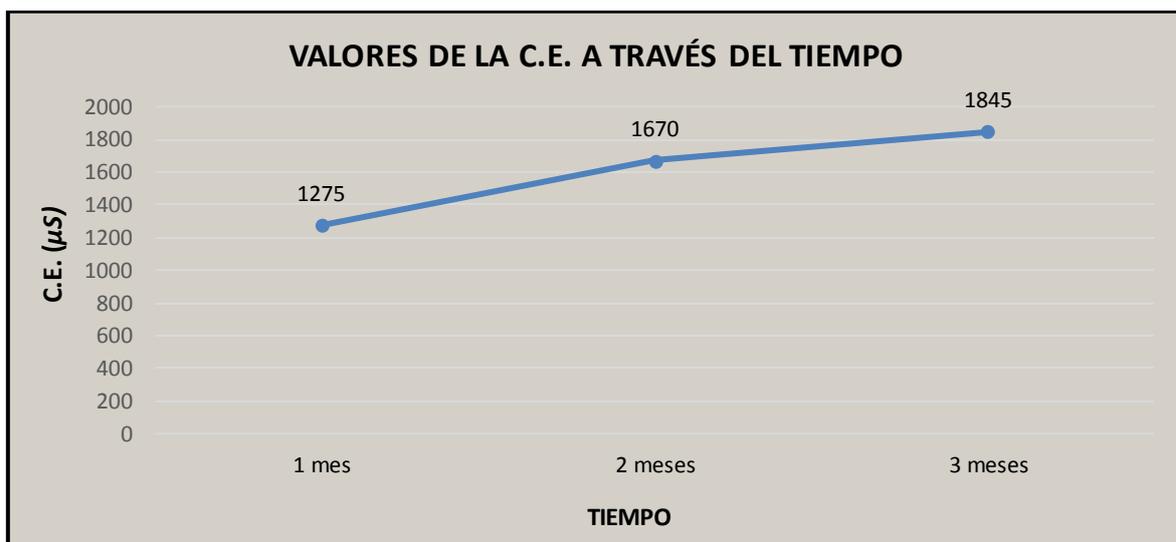
**Tabla 31**

*Registros de la conductividad eléctrica*

Código	C.E a 25° C ( $\mu\text{S}$ )
1 mes (I)	1250
1 mes (II)	1300
2 meses (I)	1550
2 meses (II)	1790
3 meses (I)	1760
3 meses (II)	1930

*Fuente:* elaboración propia.

Como se observa en la tabla 31 la C.E va incrementando a medida que pasa el tiempo ya que tenemos en promedio del 1° mes 1275  $\mu\text{S}$ , 2° meses 1670  $\mu\text{S}$  y 3° meses 1845  $\mu\text{S}$ . el incremento de C.E del primer mes al segundo es considerable habiendo incrementado en un 395  $\mu\text{S}$  en tanto del segundo mes al tercero solo incremento la C.E en 175  $\mu\text{S}$ .



**Figura 41.** Valores de C.E a través del tiempo.

### 3.2.2.3. pH

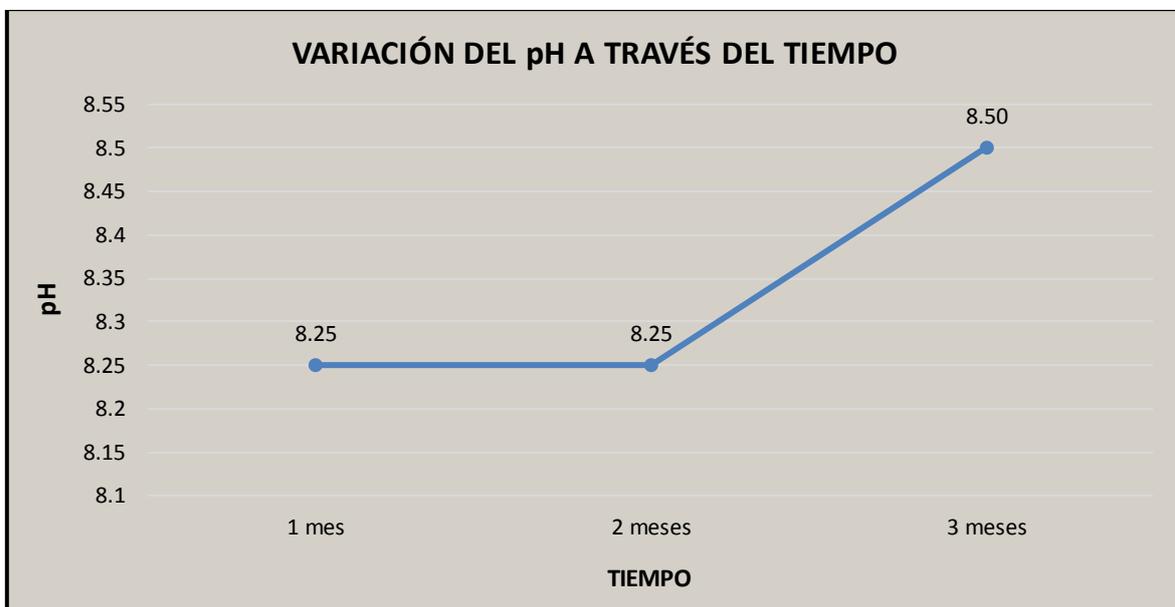
**Tabla 32**

*Registros del pH*

Código	pH
1 mes (I)	8.0
1 mes (II)	8.5
2 meses (I)	8.5
2 meses (II)	8.0
3 meses (I)	8.5
3 meses (II)	8.5

*Fuente:* elaboración propia.

Como se observa en la tabla 32 las medidas de pH se mantienen casi estables a medida que pasa el tiempo ya que tenemos en promedio de 8.25 del primer y segundo mes y un ligero incremento para el tercer mes llegando a promediar 8.5, el incremento de pH entre el primer y segundo mes con respecto al tercero es de 0.25 notándose un mínimo incremento.



**Figura 42.** Variación del pH a través del tiempo.

### 3.2.2.4. Materia orgánica y cenizas

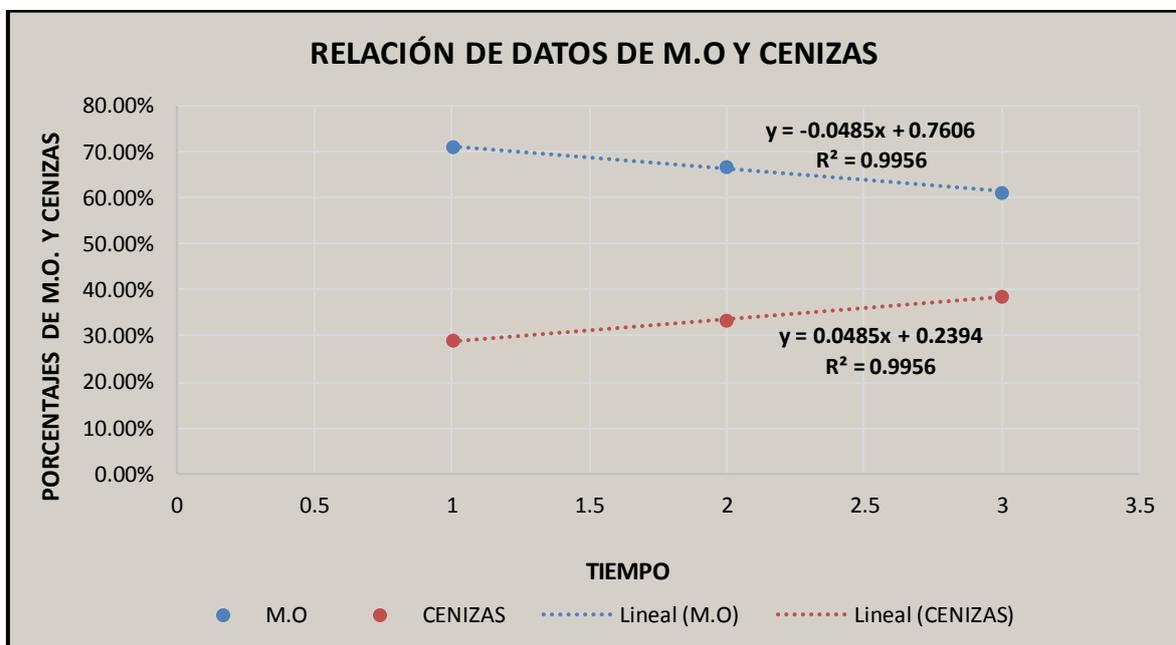
**Tabla 33**

*Registro de porcentajes de cenizas y materia orgánica*

Código	Muestra seca molida (g)	Muestra después de calcinar (g)	M.O (%)	Cenizas (%)
1 mes	2.0016	0.5799	71.028%	28.972%
2 meses	2.0054	0.6670	66.740%	33.260%
3 meses	1.9998	0.7732	61.336%	38.664%

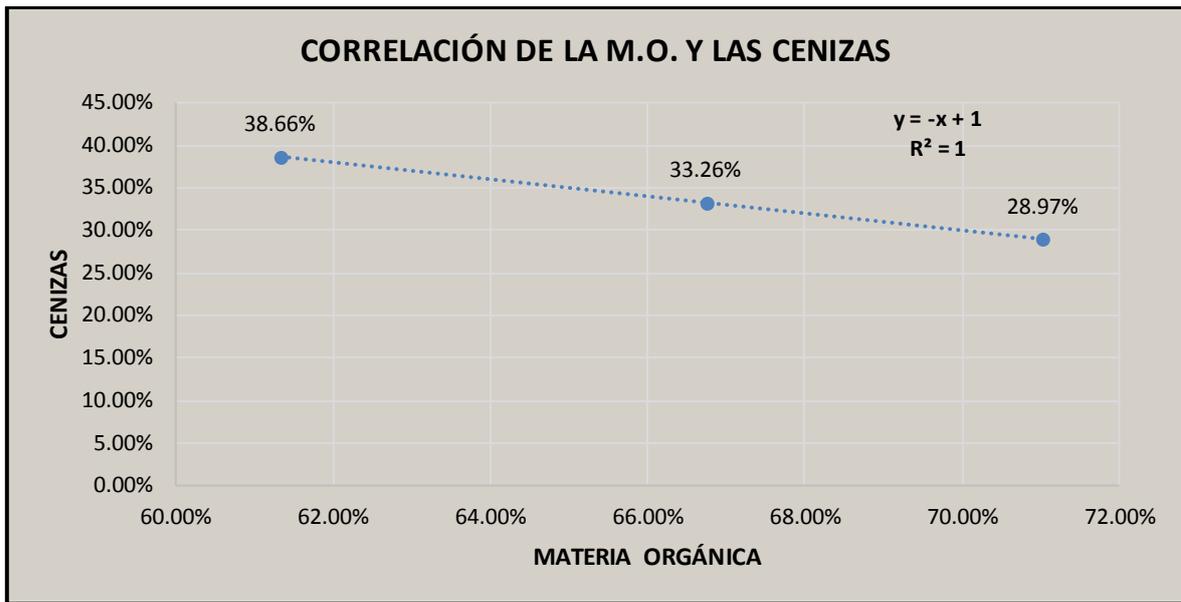
*Fuente:* elaboración propia.

Se observa tanto en la figura 43 como en la tabla 33 la relación directa que hay entre la M.O y las cenizas ya que al restar de la masa seca la M.O. nos queda las cenizas, también se observa la relación con el tiempo, de ambos parámetros; la M.O. disminuye con el transcurrir del tiempo y las cenizas se incrementan, con igual  $R^2$  cercano a 1 para ambos. Disminuyendo la M.O del primer al segundo mes 4.88% y del segundo al tercer mes en 5.404%, el incremento sería inverso para el caso de las cenizas.



**Figura 43.** Relación entre M.O y cenizas a través del tiempo.

Se demuestra su dependencia en la figura 44 de correlación.



**Figura 44.** Correlación lineal de cenizas y M.O.

### 3.2.2.4. densidad real del estiércol método indirecto

**Tabla 34**

*Cálculos de la densidad real del estiércol*

Código	M.O (%)	Cenizas (%)	D.R. = $100 / ((\%M.O / 1.45) + (\%M.M / 2.65))$ (g/ml)
1 mes	71.028%	28.972%	<b>1.668</b>
2 meses	66.740%	33.260%	<b>1.707</b>
3 meses	61.336%	38.664%	<b>1.757</b>

*Fuente:* elaboración propia.

Se puede observar la variación de la densidad real tanto en la tabla 34 como en la figura 45, con un incremento de la densidad a medida del incremento de cenizas y disminución de la M.O, disminuyendo del primer al segundo mes en 0.039 g/ml y del segundo al tercer mes en 0.05 g/ml.



**Figura 45.** Variación de la densidad a través del tiempo.

### 3.2.2.5. densidad real del estiércol método de la probeta

**Tabla 35**

*Cálculos de la densidad de sólidos por método de la probeta*

Código	Agua (ml)	Peso muestra (g)	Volumen total (ml)	Volumen desplazado (ml)	Densidad de la muestra (g/ml)
1 mes (I)	70	20	86	16	<b>1.250</b>
1 mes (II)	70	20	86	16	<b>1.250</b>
2 meses (I)	70	20	86	16	<b>1.250</b>
2 meses (II)	70	20	86	16	<b>1.250</b>
3 meses (I)	70	20	85.8	15.8	<b>1.266</b>
3 meses (II)	70	20	86.2	16.2	<b>1.235</b>

*Fuente:* elaboración propia.

Se realizó el cálculo de la densidad real por método de la probeta a manera de verificar que la determinación indirecta realizada con M.O y cenizas este dentro de resultados lógicos de densidades para este tipo de materiales con alto contenido de M.O. Se observó que el promedio del primer, segundo y tercer mes no difieren significativamente. Con un promedio de 12.50 g/ml, teniendo en cuenta que el promedio calculado por el otro método es de 1.710 g/ml.

### 3.2.2.6. Comportamiento de la C.E con la M.O.

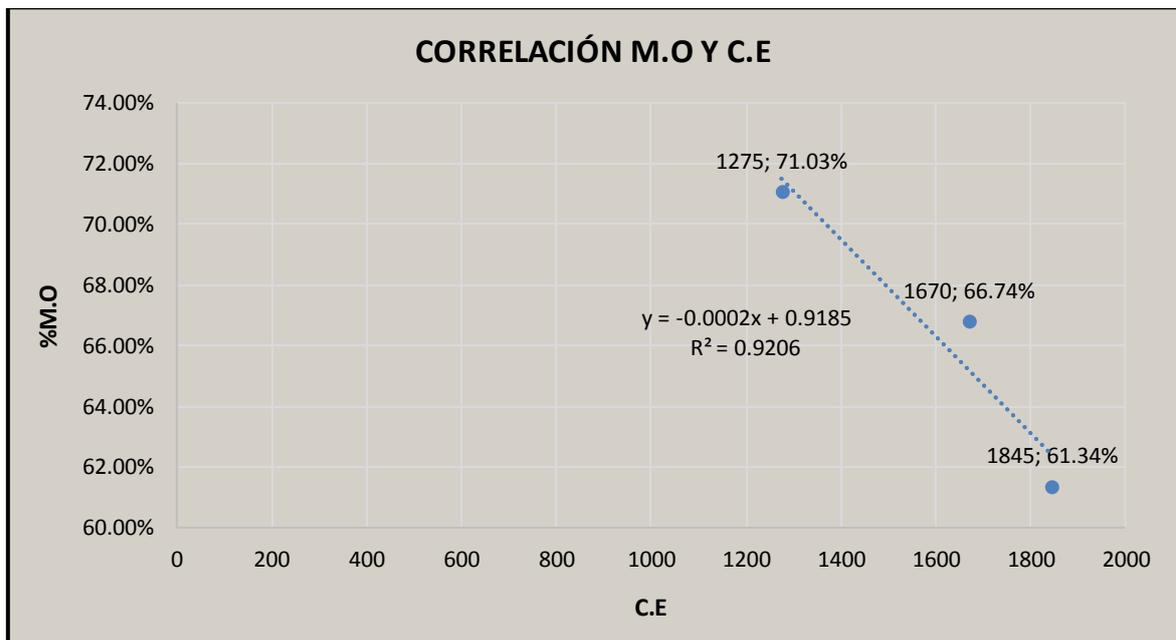
**Tabla 36**

*Registro de porcentajes de cenizas y materia orgánica*

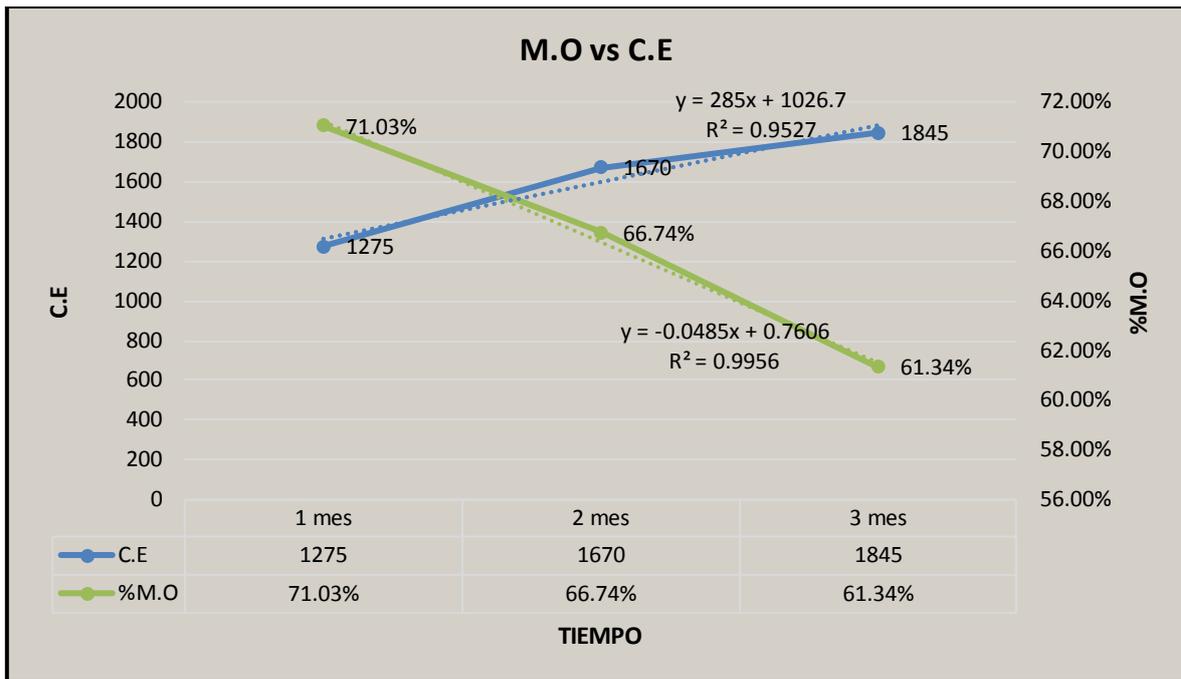
Código	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}$ )	M.O (%)
1 mes	1275	71.028%
2 meses	1670	66.740%
3 meses	1845	61.336%

*Fuente:* elaboración propia.

Se justifica el análisis de estos tres parámetros ya que son fundamentales para la toma de decisión sobre la aplicación de alguna tecnología que se propondrá en este estudio. Como podemos observar tanto en la tabla 36 y el grafico 46 y 47 tienen un alta correlación, evidenciando además el comportamiento del parámetro de %M.O, que decae conforme transcurre el tiempo y se eleva la C.E.



**Figura 46.** Correlación entre la M.O y C.E



**Figura 47.** Comportamiento de la M.O con respecto a la C.E y al tiempo.

### 3.2.3. Análisis de las tecnologías que se podrían aplicar en la empresa ganadera a modo de aprovechar el estiércol generado.

Habiendo descrito las ventajas, desventajas, oportunidades y requerimientos de los posibles tratamientos a utilizar para el reaprovechamiento del estiércol generado en la empresa ganadera, además, de considerar las disponibilidades de la empresa en cuanto a recursos y las variables externas como clima y contexto en el que se encuentra. Se evidencia que la propuesta tecnológica para reaprovechar el estiércol puede ser una o combinaciones de estas, encontrándose factible la aplicación de las tres por la cantidad de estiércol generados y que los parámetros físico-químicos de estiércol son compatibles con las tecnologías mencionadas, beneficiando a la empresa en cuanto a la generación de energía que podrían ser perfectamente suministrada con una pequeña fracción del estiércol generado, en cuanto a necesidades de enmienda para el suelo, el compostaje es una buena alternativa porque aporta elementos más estables al suelo, además tendría un beneficio económico ya que es un material de buen valor en el mercado y que el contexto de la empresa lo favorece por la presencia en la zona de viveros, pudiendo también asociarse con las municipalidades aledañas para su comercialización, la producción del compost se limitaría por el escaso terreno de la empresa para tratar una cantidad de alrededor de 20 t/día de estiércol, es por eso que la enmienda con estiércol complementaria las tecnologías mencionadas, se debe considerar también un buen cálculo en cuanto el aporte de cada terreno y las necesidades de los cultivos, haciéndose necesario opinión técnica para este caso.

De acuerdo con los parámetros obtenidos en laboratorio y tablas de estudios realizados sobre estiércol de ganado vacuno es factible su utilización tanto para el aporte directo como para la aplicación de tecnologías como el compostaje y la digestión anaeróbica. Teniendo propiedades más adecuadas mientras más fresco es el estiércol (los primeros meses).

**Tabla 37**

*Datos complementarios del estiércol vacuno*

C%	N%	pH	M.O%
7	0.5	8 – 8.5	71 – 61.3

*Fuente:* propia, porcentajes de C y N tomado de Colemer y Gallardo, (2016).

## CONCLUSIONES

1. En este trabajo de investigación se realizó un estudio de caracterización de RR. SS no municipales que se generaron durante el proceso de producción de leche en 7 días y se plantearon propuestas tecnológicas como el compostaje, la digestión anaeróbica y la enmienda al suelo de materia orgánica con estiércol para reaprovechar dichos residuos en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.
2. Se determinó a través de un estudio de caracterización que las características de los RR. SS no municipales generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L., resultaron en 14 tipos diferentes de residuos, teniendo como residuos de mayor generación a los peligrosos con 28.48%, seguidos de los orgánicos con 20.84%, papeles con 17.09% y otros de menor cantidad con una densidad promedio de  $61.64 \text{ kg/m}^3$  y  $17.03 \text{ kg}$ , sin considerar el estiércol el cual se estimó que la producción diaria es en promedio de 20 t.
3. Se determinaron los principales parámetros físico-químicos como conductividad eléctrica con resultados que van de 1275 a 1845  $\mu\text{S}$ , *pH que va de 8 a 8.5*, %M.O., con valores que van de 71% a 61.3%, porcentaje de humedad 43.71% a 24.40%, cenizas con valores que van de 29% a 38.7%, y densidad real del estiércol con valores que va de 1.668 a 1.757  $\text{g/ml}$ , del estiércol vacuno generados en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.
4. Se Plantearon propuestas tecnológicas como el compostaje, la digestión anaeróbica y la enmienda de materia orgánica con estiércol al suelo, por ser tecnologías de mayor uso en el mundo y relativamente más sencillas en su aplicación, encontrándose más ventajas que desventajas para el reaprovechamiento de los RR. SS no municipales en este caso estiércol vacuno, cuyos parámetros físico-químicos son compatibles con estas tecnologías así como por la gran cantidad generada en la empresa ganadera Inversiones Sergio y Tina E.I.R.L.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir estrictamente las pautas tomadas de las referencias de investigaciones utilizadas durante el trabajo de investigación, para obtener resultados fiables, tanto en campo, en laboratorio como el trabajo de contraste de datos realizados por otros investigadores.
- Para el estudio de caracterización en la empresa ganadera se recomienda la preparación adecuada de los materiales que se deben usar en campo, así como disponer de equipos adecuados para esos fines con el objetivo de tener información lo más precisa posible.
- Para el trabajo en laboratorio se recomienda seguir las pautas estrictamente de las guías para los diferentes análisis, ya que de ellos depende la fiabilidad de los datos, así como de la disposición tanto de materiales y equipos necesarios para su realización.
- Teniendo en cuenta los parámetros determinados tanto en campo como en laboratorio de los cuales se concluyeron que son compatibles con estas tecnologías, entonces, la propuesta tanto del compostaje, digestión anaeróbica y la enmienda con estiércol, es muy probable que sean beneficiosos económicamente para la empresa con su implementación, por lo cual se recomienda un análisis costo-beneficio para su aplicación de una o las combinaciones de estas tecnologías dependiendo de las necesidades de la empresa ganadera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Awasthi, MK, Pandey, AK, Bundela, PS y Khan, J. (2015). Co-composting of organic fraction of municipal solid waste mixed with different bulking waste: Characterization of physicochemical parameters and microbial enzymatic dynamic. *Tecnología Bioresource*, 182, 200–207. doi: 10.1016 / j.biortech.2015.01.104
- Cachique, R. (2017). Caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Caynarachi, Lamas 2016. (*Tesis de pregrado*). Universidad peruana Unión, Tarapoto, Perú.
- Castillo, A. (2013). Caracterización de un subproducto ganadero para su aplicación agrícola metodología de muestreo. (*Trabajo de fin de grado*). Universidad Zaragoza, Zaragoza.
- Cano, L. (2016). Cuantificación del porcentaje de humedad y cenizas contenidos en los residuos sólidos urbanos de la parroquia de Limoncocha. (*Tesis de pregrado*). Universidad internacional SEK, Quito.
- CEPAL, FAO, IICA. (2015). Perspectivas de la agricultura y desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América latina y el Caribe 2015 - 2016. San Jose, Costa Rica: *Instituto interamericano de cooperación para la agricultura - IICA*.
- Colomer, y Gallardo. (2016). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Ciudad de México, México: LIMUSA, S. A.
- Comision para la cooperación ambiental. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte*. Montreal. Recuperado el Octubre de 2019, de <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- Concha, L. (2014). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del distrito Jacobo Hunter y la evaluación C/N para el reaprovechamiento del residuo orgánico. (*Tesis de licenciatura*). Universidad nacional de san Agustín, Arequipa, Peru.

- Cueto, A. (2017). Evaluación de tecnologías para la reutilización, valorización y disposición de residuos orgánicos. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Del Carpio, G. (2017). Determinación del potencial de reuso de los residuos sólidos generados en el distrito de Mollendo, Arequipa 2017. (*Tesis de postgrado*). Universidad nacional de San Agustín, Mollendo, Perú.
- Decreto legislativo N° 1278. (08 de Junio de 2017). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. Obtenido de Plataforma única del estado peruano: <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3635-1278>
- Decreto Supremo N° 014-2017 [MINAM]. (22 de Diciembre de 2017). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Decreto Supremo N° 016-2012-AG. (14 de Noviembre de 2012). *Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI].
- Dirección general de salud ambiental [DIGESA]. (2004). *Marco institucional de los residuos sólidos en el Perú*. Lima, Perú: Ministerio de salud.
- Domínguez, R., Ramírez, R., Fernández, Araujo., O, A., García, M., y Diaz, T. (Edits.). (2015). La ganadería en América latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal . Guadalajara, México: Colegio de postgraduados.
- Gayosso-Rodríguez, S., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M., y Garruña, R. (2018). Caracterización físico-química de mezclas de residuos orgánicos utilizados como sustratos agrícolas. *Bioagro*, 30(3), 179-190.
- Guerrero, O. (2018). *Sistematización en la producción de abono orgánico a partir de los residuos de frutas y verduras en la planta de compostaje de la municipalidad de Comas, 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Guizado, M. (2018). *Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la*

- Universidad peruana Unión. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.*
- Gu, B., Wang, H., Chen, Z., Jiang, S., Zhu, W., Liu, M., ... Bi, J. (2015). Characterization, quantification and management of household solidwaste: A case study in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 98, 67–75. doi: 10.1016 / j.resconrec.2015.03.001
- Hanníbal, B., Rafaela, V., y Guevara, L. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del Cantón Riobamba. *European Scientific Journal*, 12, 76-94
- Hernández-Cázares, A. S., Real-Luna, N., Delgado-Blancas, M. I., Bautista-Hernández, L., y Velasco-Velasco, J. (2016). Residuos agroindustriales con potencial de compostaje.
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI] y la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica [UNICA]. (2002). *Estudio mapa de peligros plan de usos del suelo y medidas de mitigación*. Cañete: UNICA- INDECI.
- Instituto nacional de tecnología agropecuaria [INTA]. (2005). Procedimiento de técnicas para el análisis químicos de suelos. *Estación experimental agropecuaria Sáenz Peña - Chaco*. Obtenido de [https://www.academia.edu/6911359/Procedimientos\\_anal%C3%ADticos\\_para\\_suelos\\_normales\\_y\\_salinos](https://www.academia.edu/6911359/Procedimientos_anal%C3%ADticos_para_suelos_normales_y_salinos)
- Kaza Silpa, Y. L. t. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington D. C., Estados Unidos: Urban development series, World bank.
- Ley N° 27314. (20 de Julio de 2000). *Ley General de Residuos Sólidos*. Lima, Perú: Congreso de la República.
- Ministerio del ambiente. (Enero de 2019). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales . *Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM*. Lima, Perú: aministerio del ambiente.
- Ministerio de agricultura y riego [MINAGRI]. (2017). *Diagnóstico de crianzas priorizadas para el plan ganadero 2017 - 2021*. Lima: DGPA-DEEIA.

- Observatorio de Medio Ambiente. (2006). *El plan gira: el programa de residuos ganaderos*. Aragón, España: ARPI relieve. Obtenido de [https://www.aragon.es/documents/20127/674325/RESIDUOS\\_GANADEROS.pdf/f5dc13c0-abbb-ee37-a493-b782d693d58e](https://www.aragon.es/documents/20127/674325/RESIDUOS_GANADEROS.pdf/f5dc13c0-abbb-ee37-a493-b782d693d58e)
- Organismo de evaluación y fiscalización Ambiental [OEFA]. (2016). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos en gestión provincial municipal*. Lima: IAKOB Comunicadores y Editores S.A.C.
- Parra, R. (2015). Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *Producción + Limpia*, 10, 142–159.
- Red española de compostaje. (2016). *De residuo a recurso (residuos ganaderos i.2)*. Madrid, España: Praninfo, S. A.
- Resolución Ministerial N° 457-2018 [MINAM]. (04 de Enero de 2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*. Lima, Perú: Ministerio del ambiente.
- Sáenz, R. (2005). Procedimiento de técnicas para aguas. *Sitio Argentino de Producción Animal, Revisión: 0*. Chaco – Argentina.
- Sánchez, Y. (2017). *Estudio de los parámetros físico-químicos para la optimización del proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos de Pongor, distrito de Independencia-Huaraz, 2016-2017*. (Tesis de pregrado). Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.
- Taherymoosavi, S., Verheyen, V., Munroe, P., Joseph, S. y Reynolds, A. (2017). Characterization of organic compounds in biochars derived from municipal solid waste. *Waste Management*, 67, 131–142. doi: 10.1016 / j.wasman.2017.05.052
- Trujillo, E. (2017). *Producción y caracterización de biochar a partir de residuos orgánicos avícolas*. (Tesis de pregrado). Universidad nacional agraria la Molina, Lima, Perú.
- Viceministerio de Gestión Ambiental. (2012). *Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Xavier, E. (Ed.). (2012). Reciclaje de residuos sólidos: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradoras. Madrid, España: Diaz de santos.

## ANEXO

### ANEXO I: LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

M.O:	Materia orgánica
ALC:	América Latina y el Caribe
CCA:	Comisión para la Cooperación Ambiental
CEPAL:	Comisión económica para América Latina y el Caribe
C.E:	Conductividad eléctrica
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de carbono
CH <sub>4</sub> :	Metano
C/N:	Relación carbono nitrógeno
C:	Carbono
DIGESA:	Dirección General de Salud
D.S:	Decreto Supremo
D.L:	Decreto legislativo
E.I.R.L:	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
H:	Hidrogeno
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura
MTC:	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
MINAM:	Ministerio del Ambiente
M.M:	Materia mineral
N:	Nitrógeno
O:	Oxígeno
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
RR. SS:	Residuos Sólidos
RR. OO:	Residuos Orgánicos
RR. PP:	Residuos Peligrosos
SEMARNAT:	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

P:	Fosforo
<i>pH</i> :	Potencial hidrógeno
UTM:	Universal Transverse Mercator
Kg:	Kilogramo
Mt:	Millones de toneladas
M.M:	Material mineral
<i>hab</i> :	Habitantes
<i>t</i>	Tonelada
<i>m</i> <sup>3</sup> :	Metro cúbico
°C:	Grado centígrado
<i>eq</i> :	Equivalente
<i>l</i> :	Litro
<i>g</i> :	Gramo
<i>m</i> :	Metro
<i>cm</i> :	Centímetro
%H:	Porcentaje de humedad
P:	Página
$\mu$ S:	Microsiemens
<i>ml</i> :	Mililitro

## ANEXO II: FICHA GENERAL PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.

NOMBRE:								
ÁREA:								
COORDENADAS DE UBICACION:								
TIPO DE RESIDUO SOLIDOS	Dia 0 (kg)	Dia 1 (kg)	Dia 2 (kg)	Dia 3 (kg)	Dia 4 (kg)	Dia 5 (kg)	Dia 6 (kg)	Dia 7 (kg)
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>								
<b>1. Residuos aprovechables</b>								
<b>1.1. Residuos orgánicos</b>								
Residuos de alimentos: restos de comida, cascara, restos de fruta, verduras, hortalizas, y otros similares.								
Residuos de maleza y poda: restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares.								
Estiércol de animales menores, huesos y similares								
Estiércol del ganado	Estimación con promedios investigados a nivel internacional.							
<b>1.2. Residuos inorgánicos</b>								
1.2.1. Papel								
1.2.2. Cartón								
1.2.3. Vidrio								
1.2.4. Plástico								
1.2.5. Tetra brik								
1.2.6. Metales								
1.2.7. Textiles								
1.2.8. Caucho, cuero, jebe								
<b>2. Residuos no aprovechables</b>								
Bolsas plásticas de un solo uso								
Tecnopor								
Residuos inertes: tierra, piedras, cerámicos, ladrillos y otros similares.								
Envolturas de alimentos.								
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>								
Restos de medicamentos								
Restos de agroquímicos								
Pilas								
<b>PESO TOTAL</b>								
<b>DENSIDAD DIARIA(kg/m<sup>3</sup>)</b>								