

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Determinación de la calidad del compostaje producido por ventilación forzada y por pilas
(cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la
Universidad Peruana Unión**

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

Autores:

Bach. Camila Marisell Huerta Quinchoker

Bach. Estefany Lisset Treviño Huerta

Asesor:

Mg. Joel Hugo Fernández Rojas

Lima, marzo de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mg. Ing. Joel Hugo Fernandez Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “Determinación de la calidad del compostaje producido por ventilación forzada y por pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión” constituye la memoria que presenta las Bachiller(es) Marisell Camila Huerta Quinchoker / Estefany Lisset Treviño Huerta para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 21 días del mes de abril del año 2021.



Joel Hugo Fernandez Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **25 días** día(s) del mes de **marzo** del año 2021 siendo **las 8:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y los demás miembros: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y la **Ing. Nancy Curasi Rafael** y el asesor **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Determinación de la Calidad del Compostaje producido por ventilación forzada y por pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión"

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) **ESTEFANY LISSET TREVIÑO HUERTA**

.....b) **MARISELL CAMILA HUERTA QUINCHOKER**

.....conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.....

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **ESTEFANY LISSET TREVIÑO HUERTA**



CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	SOBRESALIENTE

Candidato (b): **MARISELL CAMILA HUERTA QUINCHOKER**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

<hr/> Presidente Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga 		<hr/> Secretario Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio 
<hr/> Asesor Mg. Joel Hugo Fernández Rojas	<hr/> Miembro Ing. Orlando Alan Poma Porras	<hr/> Miembro Ing. Nancy Curasi Rafael
<hr/> Candidato/a Estefany Lisset Treviño Huerta		<hr/> Candidato/a (b) Marisell Camila Huerta Quinchoker

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido haber llegado a este momento importante de mi vida, por darme la fortaleza y salud para seguir adelante, para así dar un paso más a mi formación profesional. A mis padres y hermanos, por ser aquellas personas que me inspiran a seguir luchando, por su apoyo incondicional, que me ayudaron a sostenerme y llevar la investigación hasta el final.

“Marisell Camila Huerta Quinchoker”

Este proyecto tesis se la dedico a Dios por haberme guiado durante todo el desarrollo de la tesis, por darme sabiduría, paciencia, fuerza y salud para cumplir con mis metas también a mis padres Dora Huerta Yauri y Luis Treviño Ortiz por brindarme todo el amor, apoyo y por ayudarme con los recursos necesarios para poder llegar hasta aquí; a mi hermano Emilio Coca Huerta por brindarme todo su apoyo y sus consejos para ser cada día mejor; A mi pareja Martin Cejo Ruiz por su apoyo incondicional y en especial a mi hijo Lautaro Emiliano Cejo Treviño por haberme acompañado en todo este proceso por ser mi pilar para seguir adelante.

“Estefany Lisset Treviño Huerta”

Agradecimientos

A Dios por permitirnos cumplir un peldaño más en nuestra vida profesional. A la Universidad por facilitarnos su apoyo y su confianza para realizar esta investigación dentro de su campo. A la Gerencia de Servicios al Sr. Rufo Atamari Charca por brindarnos el espacio adecuado para desarrollar nuestro proyecto. A la Jefa de Servicio de Alimentación a la Lic. Giovana Portugal Espinoza por apoyarnos con el almacenamiento de los residuos orgánicos. Al Centro de Aplicación Editorial Imprenta Unión a la Srta. Kenesly Shica Verastegui y a Productos Unión al Sr. Adán Sánchez por donarnos las parihuelas en desuso para elaborar nuestras composteras. A mi Asesor Mg. Joel Hugo Fernández Rojas por guiarnos, asesorarnos y tener paciencia en todo este proceso. Al laboratorio de la Escuela de Ingeniería Ambiental al encargado el Ing. Cesar Aranda Castillo por facilitarnos en medir nuestros parámetros físicos y químicos de nuestro proyecto. A nuestra familia en general por brindarnos su apoyo siempre.

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Tabla de Contenido.....	vi
Lista de tablas	xi
Lista de figuras.....	xiv
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xix
RESUMEN	xxi
ABSTRAC	xxii
1. CAPITULO I	1
1.1. Identificación del problema	1
1.2. Justificación de la investigación	2
1.3. Presuposición filosófica.....	3
1.4. Objetivo general.....	4
1.4.1. Objetivos específicos.....	4
2. CAPITULO II	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco normativo legal.....	8
2.2.1. Constitución Política del Perú	8
2.2.2. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.....	8
2.2.3. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278).....	9
2.2.4. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM).....	10
2.2.5. Norma Mexicana – NMX-AA-180-SCFI-2048	11
2.2.6. Manual de compostaje del agricultor	12
2.3. Marco teórico.....	13
2.3.1. Panorama internacional	13
2.3.2. Panorama nacional	14
2.3.3. Residuos solidos.....	15
2.3.4. Clasificación de los residuos	17
2.3.5. Clasificación.....	20
2.3.6. Procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos	20
2.3.7. Fundamentos teóricos del compostaje.....	22

2.3.8.	Humus	30
2.3.9.	Parámetros de control durante el compostaje.....	32
2.3.10.	Parámetros químicos	36
2.3.11.	Sistemas de compostaje.....	38
3.	CAPITULO III.....	46
3.1.	Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	46
3.1.1.	Ubicación política	47
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	47
3.1.3.	Limites.....	47
3.1.4.	Accesibilidad.....	48
3.2.	Características del medio físico	48
3.2.1.	Condiciones climáticas.....	48
3.3.	Materiales y equipos	48
3.3.1.	Lista de materiales de campo	48
3.3.2.	Lista de equipos.....	49
3.3.3.	Lista de insumos.....	50
3.4.	Metodología experimental	50
3.4.1.	Generación de residuos	52
3.5.	Etapa de campo	54
3.5.1.	Formación de sistemas	54
3.5.2.	Puesta en marcha del proceso de compostaje.....	58
3.5.3.	Formación de compostera	60
3.6.	Análisis pre monitoreo del compost	61
3.6.1.	Características iniciales de los residuos orgánicos.....	61
3.6.2.	Características químicas iniciales.....	62
3.6.3.	Características iniciales de la mezcla de los residuos orgánicos	62
3.6.4.	Análisis de monitoreo de parámetros durante el proceso.....	62
3.6.5.	Sistema de cielo abierto.....	66
3.6.6.	Análisis de post monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del compost.....	67
3.7.	Etapa de laboratorio	68
3.7.1.	Determinación del potencial de hidrógeno (pH).....	69
3.7.2.	Materia orgánica.....	70
3.7.3.	Humedad	72
3.7.4.	Determinación del fosforo y potasio	72

3.7.5.	Procedimiento para la dilución factor “50”	74
3.7.6.	Diseño del área experimental para la obtención del compost	76
3.8.	Análisis y diseño estadístico	78
3.8.1.	Variables de estudio	78
3.8.2.	Formulación de hipostasis	79
3.9.	Estudio y diseño de la investigación	80
3.9.1.	Tipo de investigación	80
3.9.2.	Diseño estadístico para la efectividad del compost.....	80
3.9.3.	Análisis estadístico	80
3.9.4.	Análisis estadístico en R	81
4.	CAPITULO IV.....	83
4.1.	Resultados de los parámetros del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada.....	83
4.1.1.	Resultados de los parámetros del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) en la fase mesófila.....	83
4.1.2.	Humedad fase termófila	86
4.2.	Temperatura – suelo.....	97
4.2.1.	Temperatura en la fase mesófila.....	97
4.2.2.	Temperatura fase termófila	100
4.2.3.	Temperatura en la fase de enfriamiento	104
4.2.4.	Temperatura de fase de madurez.....	107
4.3.	pH.....	109
4.3.1.	pH fase mesófila.....	109
4.3.2.	pH fase termofílica	112
4.3.3.	pH fase de enfriamiento	116
4.3.4.	pH fase madurez.....	120
4.4.	Comparación del K – suelo.....	122
4.4.1.	Interpretación	123
4.5.	Comparación del P – suelo	124
4.5.1.	Interpretación	125
4.6.	Nitrógeno – suelo.....	125
4.6.1.	Interpretación	126
4.7.	Materia orgánica – suelo.....	126
4.7.1.	Interpretación	127
4.7.2.	Temperatura suelo / últimos días	129

4.8.	Resultados de los parámetros en caja.....	131
4.8.1.	Humedad fase mesofílica – caja.....	131
4.8.2.	Humedad fase termófila	134
4.8.3.	Humedad fase de maduración	142
4.8.4.	Temperatura fase mesófila	145
4.8.5.	Temperatura fase termófila	148
4.8.6.	Temperatura fase enfriamiento o mesófila II.....	152
4.8.7.	Temperatura fase de maduración	155
4.8.8.	pH fase mesófila.....	158
4.8.9.	pH fase termofílica.....	161
4.8.10.	pH fase enfriamiento o mesófila II.....	165
4.8.11.	pH fase maduración.....	168
4.9.	Comparación K – caja.....	171
4.9.1.	Interpretación	172
4.10.	Comparación del P – caja.....	173
4.10.1.	Interpretación	174
4.11.	Nitrógeno total – caja	174
4.11.1.	Interpretación	175
4.12.	Materia orgánica – caja	175
4.12.1.	Interpretación	177
4.13.	pH caja / últimos días	177
4.13.1.	Interpretación	179
4.14.	Temperatura caja últimos días.....	179
4.14.1.	Interpretación	180
4.15.	Comparación de suelo y caja.....	180
4.15.2.	Comparación del pH en la caja y suelo	181
4.15.3.	Interpretación	182
4.16.	Comparación de la temperatura en la caja y suelo	182
4.16.2.	Conductividad y temperatura del suelo	183
4.16.3.	Conductividad y temperatura del suelo	184
4.17.	diseño estadístico de los parámetros analizados en el suelo y caja.....	185
4.17.2.	Materia orgánica en el sistema de ventilación forzada en el sistema de pilas (cielo abierto) 193	
4.17.3.	Prueba de hipótesis de los parámetros químicos del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada.....	195

4.17.4. Prueba estadística de los parámetros químicos de compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada.....	199
4.17.5. Prueba U-Mann Whitney (Wilcoxon) para dos muestras indeendientes: K sistema de pilas (cielo abierto); K sistema de ventilación forzada.....	201
5. CAPITULO V	203
5.1. Conclusiones	203
5.2. Recomendaciones	204
REFERENCIAS.....	205
ANEXOS	214

Lista de tablas

Tabla 1 Comparación de resultados con la Norma Mexicana	11
Tabla 2 Comparación de resultados con el Manual de Compostaje del Agricultor.....	12
Tabla 3 Tabla de comparación.....	19
Tabla 4 Propiedades física, químicas y biológicas del compostaje	29
Tabla 5 Parámetros de temperatura óptimos.....	33
Tabla 6 Parámetros de pH óptima.....	34
Tabla 7 Desventajas	34
Tabla 8 Porcentaje.....	35
Tabla 9 Ventajas y desventajas de sistemas cerrados	44
Tabla 10 Cantidad de equipos.....	48
Tabla 11 Lista de equipos	49
Tabla 12 Lista de insumos	50
Tabla 13 Puntos de procedencia de residuos orgánicos.....	53
Tabla 14 Cantidad de residuos por pila de compostaje.....	60
Tabla 15 Parámetros físicos iniciales de la materia prima.....	62
Tabla 16 Parámetros físicos de la mezcla de los residuos	62
Tabla 17: Concentraciones para el proceso de fósforo y potasio mediante el factor de dilución.	74
Tabla 18 Temperatura de los meses de julio, agosto, septiembre; en los cuales se realizó el proceso del proyecto	79
Tabla 19 Diseño completamente al azar del compost.....	80
Tabla 20 Resultados de los parámetros del compost en suelo (sistemas abiertos).....	84
Tabla 21 Humedad fase termófila.....	87

Tabla 22 Humedad fase enfriamiento o mesófila II.....	91
Tabla 23 Humedad fase de maduración.....	95
Tabla 24 Temperatura fase mesófila.....	98
Tabla 25 Temperatura fase termofílica.....	100
Tabla 26 Temperatura fase de enfriamiento o mesófila.....	104
Tabla 27 Temperatura fase de madurez.....	107
Tabla 28 pH fase mesófila.....	110
Tabla 29 pH fase termofílica.....	113
Tabla 30 pH fase de enfriamiento.....	117
Tabla 31 pH fase madurez.....	120
Tabla 32 Comparación del K - suelo.....	122
Tabla 33 Comparación del P - suelo.....	124
Tabla 34 Nitrógeno - suelo.....	125
Tabla 35 Materia orgánica del sistema en suelo.....	126
Tabla 36 pH suelo / últimos días.....	128
Tabla 37 Temperatura suelo / últimos días.....	129
Tabla 38 Humedad fase mesofílica - caja.....	132
Tabla 39 Humedad fase termófila.....	135
Tabla 40 Humedad fase enfriamiento o mesófila II.....	139
Tabla 41 Humedad fase de maduración.....	143
Tabla 42 Temperatura fase mesófila - caja.....	146
Tabla 43 Temperatura fase termófila.....	149
Tabla 44 Temperatura fase enfriamiento o mesófila II - caja.....	153

Tabla 45 Temperatura fase maduración.....	156
Tabla 46 pH fase mesófila	159
Tabla 47 pH fase termófila	162
Tabla 48 pH fase de enfriamiento o mesófila II	166
Tabla 49 pH fase de maduración	169
Tabla 50 Comparación K - muestra caja.....	171
Tabla 51 Comparación del P - muestra caja	173
Tabla 52 Nitrógeno total - muestra caja.....	174
Tabla 53 Materia orgánica - muestra cajas	175
Tabla 54 pH caja últimos días.....	177
Tabla 55 Temperatura caja últimos días	179
Tabla 56 Conductividad suelo muestra numero 16.....	183
Tabla 57 Conductividad suelo muestra numero 11.....	183
Tabla 58 Conductividad suelo muestra numero 09.....	184
Tabla 59 Conductividad suelo muestra numero 05.....	185

Lista de figuras

Figura 1: Tipos de materiales de plástico	18
Figura 2: Clima, oxígeno y pH en el proceso de compostaje. (Vallejo, 2017).....	27
Figura 3: Ventajas del compost.....	28
Figura 4: Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo (Guizado Gonzales, 2018), adaptado de Ribo, 2004.	32
Figura 5: Esquema de un sistema en Pilas.....	39
Figura 6: Pilas de compostaje.....	40
Figura 7: Sistema de Pilas Estáticas Aireadas.....	41
Figura 8: Pilas Estáticas con Ventilación Forzada (MMAyA, 2010).....	42
Figura 9: Esquema de sistema de trinchera o canales semi-cerrado (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016).....	43
Figura 10: Compostera horizontal o discontinua.....	44
Figura 11: Túneles estáticos (Vico Lopez, 2015).....	45
Figura 12: Mapa de ubicación de la ejecución del proyecto.....	46
Figura 13: Elaboración de compost por dos sistemas (Ventilación forzada, cielo abierto), a partir de los residuos orgánicos de la UPeU.....	51
Figura 14: Charla al personal del comedor de la Universidad Peruana Unión.....	52
Figura 15: Ubicación de los tachos en las instalaciones del comedor de la UPeU y recojo de los residuos orgánicos.....	53
Figura 16: Mapa de ubicación distrital	54
Figura 17: Preparación y cercado del terreno de la mansión de la UPeU.....	55
Figura 18: Instalación de estructura.....	56

Figura 19: Construcción de sistema de ventilación forzada	57
Figura 20: Construcción de sistema de cielo abierto	58
Figura 21: Traslado de los residuos frescos al proyecto	59
Figura 22: Picado de residuos orgánicos	60
Figura 23: Llenado de las materias primas a los sistemas (ventilación forzada, cielo abierto)....	61
Figura 24: Medición de parámetro físico de la materia orgánica – pH	63
Figura 25: Medición de la temperatura en el campo.....	64
Figura 26: Diseño de aireación de ventilación forzada.....	65
Figura 27: Riego al sistema de ventilación forzada	66
Figura 28: Volteo y riego del sistema cielo abierto	67
Figura 29: Tamizado de muestras en el laboratorio de la UPeU	68
Figura 30: Sedimentación de las muestras para la obtención del pH	69
Figura 31: Equipo pHchimetro	70
Figura 32: Las muestras de suelo seco en el equipo de estufa.....	71
Figura 33: las muestras en el proceso de calcinación	71
Figura 34: Diseño experimental para la obtención del compost.....	77
Figura 35: Temperatura promedio y máximo de los meses del año 2019. (SENAMHI, 2019) ...	78
Figura 37: Humedad en la fase mesófila del sistema en suelo	86
Figura 38: Humedad en la fase del sistema en suelo	90
Figura 39: Humedad en la fase de enfriamiento del sistema en suelo	94
Figura 40: Humedad en la fase maduración del sistema en suelo	97
Figura 41: Temperatura en la fase mesófila del sistema en suelo.....	100
Figura 42: Temperatura en la fase termofílica del sistema suelo.....	103

Figura 43: Temperatura en la fase enfriamiento del sistema suelo.....	106
Figura 44: Temperatura en la fase maduración del sistema en suelo	109
Figura 45: pH en la fase mesófila del sistema en suelo	112
Figura 46: pH en la fase termofílica del sistema en suelo	116
Figura 47: pH en la fase enfriamiento del sistema en suelo	119
Figura 48: pH en la fase madurez del sistema en suelo	122
Figura 49: Comparación del % K del sistema en suelo	123
Figura 50: Comparación del % P del sistema en suelo.....	125
Figura 51: Comparación del % de nitrógeno del sistema en caja.....	126
Figura 52: Materia orgánica del sistema en caja.....	127
Figura 53: pH del sistema en suelo.....	129
Figura 54: Temperatura del sistema en caja	130
Figura 55: Humedad en la fase mesófila del sistema caja	134
Figura 56: Humedad en la fase termófila del sistema en caja.....	138
Figura 57: Humedad en la fase enfriamiento del sistema en caja.....	141
Figura 58: Humedad en la fase de maduración del sistema en caja.....	145
Figura 59: Temperatura en la fase mesófila del sistema en caja.....	148
Figura 60: Temperatura en la fase termófila del sistema en caja.....	152
Figura 61: Temperatura en la fase enfriamiento del sistema en caja.....	155
Figura 62: Temperatura en la fase maduración del sistema en caja	158
Figura 63: pH en la fase mesófila del sistema en caja	161
Figura 64: pH en la fase termófila del sistema en caja	165
Figura 65: pH fase enfriamiento del sistema en caja	168

Figura 66: pH en la fase maduración del sistema en caja	171
Figura 67: Comparación del % K del sistema en caja	172
Figura 68: Comparación del % P del sistema en caja.....	174
Figura 69: Comparación de % de nitrógeno del sistema en caja	175
Figura 70: Materia orgánica del sistema en caja.....	177
Figura 71: pH sistema caja.....	178
Figura 72: Temperatura del sistema en caja	180
Figura 73: Comparación del Calcio del sistema suelo y caja	181
Figura 74: Comparación del pH en la caja y suelo	182
Figura 75: Comparación de la temperatura en la caja y suelo	183
Figura 76: Conductividad y temperatura del sistema suelo	184
Figura 77: Conductividad y temperatura del sistema en suelo	185
Figura 78: Comportamiento de la Humedad en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).....	186
Figura 79: Comportamiento de la Temperatura en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).....	187
Figura 80: Comportamiento del pH en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).	189
Figura 81: Comportamiento del Fosforo en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).....	191
Figura 82: Comportamiento del Potasio en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).....	192

Figura 83: Comportamiento de la materia orgánica en el sistema de ventilación forzada (caja), Sistema cielo abierto (suelo).....	194
Figura 84: Normalidad de fosforo en el sistema abierto (cielo abierto)	196
Figura 85: Normalidad de fosforo en el sistema ventilación forzada	197
Figura 86: Normalidad de potasio en el sistema abierto (cielo abierto)	198
Figura 87: Normalidad de potasio en el sistema de ventilación forzada	199
Figura 88: Prueba estadística del fosforo en ambos sistemas	200
Figura 89: Prueba estadística del fosforo en ambos sistemas.	202

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerobio. Relativo a la necesidad de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica.

Anaerobio. Relativo a condiciones de falta de oxígeno.

Abono. Sustancia orgánica que contiene uno o diversos químicos indispensables para el crecimiento de los vegetales.

Basura. Se considera de forma genérica a los residuos a los residuos sólidos, urbanos, industriales, etc.

Compostaje. Fermentación controlada, aerobia con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para los suelos y agricultura en general.

Compost. Producto obtenido mediante el proceso de compostaje.

Clasificación de los Residuos. Se debe a la existencia de numerosos residuos aparentemente de un tipo, pero que están integrados por varios (gaseosos, formados por partículas sólidas y líquidas).

Descomposición. Proceso por cual una molécula de una sustancia compuesta se rompe en otras más simples.

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

Humus. Fracción de la materia orgánica del suelo que ha sufrido transformaciones.

Inorgánico. La materia mineral NITROGENO (N): Esencial para el crecimiento y el desarrollo vigoroso de la planta (tallos, hojas, brotes y frutos) proporciona el color verde intenso a la hoja; e incrementa los niveles de proteínas, importante durante todo el ciclo de cultivo.

Materia Orgánica. Sustancia de origen animal o vegetal que es susceptible de descomponerse.

Mesófilos. Que viven en condiciones medias de temperatura.

Potasio (K). Importante para el metabolismo del nitrógeno, el transporte, formación de azúcares y almidones, regula la apertura de las estomas haciéndolo importante en las relaciones hídricas, interviene en la constitución de tejidos dando así resistencia a la planta contra enfermedades.

pH. Medida de la acidez o alcalinidad.

Suelo. Superficie de la tierra considerada como un soporte sobre el cual se desarrollan animales y plantas.

Recogida Selectiva. Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

Restos. Lo que se rechaza y no pasa en la selección de residuos.

Reciclaje. Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo.

Termófilo. Organismo que vive en condiciones de altas temperaturas.

Tratamiento. Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos

RESUMEN

La investigación determinó la calidad del compostaje mediante los sistemas de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto), a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión. Ambos sistemas contenían: residuos frescos del comedor (10 kg), poda de césped seco (1kg), Se analizaron los parámetros fisicoquímicos tales como: temperatura 22.45 °C, pH 6.82, humedad 37.47%, conductividad eléctrica 9.73 y contenido de nutrientes como nitrógeno 2.17%, fosforo 2.38%, potasio 1.47%, materia orgánica 16%, calcio 2600 mg/Lt. Para demostrar la calidad del compost obtenido en base a los tratamientos se utilizó la norma técnica mexicana MMX-AA-180-SCFI-2018 y el manual de compostaje. Luego, se determinaron los parámetros de acuerdo a las fases del proceso de compostaje, para el proceso estadístico se empleó el programa estadístico R. Como conclusión se llegó a determinar que el mejor tratamiento para la obtención de compost es el Sistema de Ventilación Forzada cumple con las normas comparadas y por lo tanto en nuestro estudio es el sistema que mejores resultados tuvo.

Palabras claves: Calidad, Nutrientes, Parámetros, Suelo, Tratamiento.

ABSTRAC

This research determined the quality of the composting by means of forced ventilation systems and the pile system (open sky), from the organic waste of the university canteen of the Universidad Peruana Unión. The systems used for the development were forced ventilation systems, pile system (open sky) both contained: fresh waste from the dining room (10 kg), pruning of dry grass (1kg), Physicochemical parameters were analyzed such as: temperature 22.45 ° C, pH 6.82, humidity 37.47%, electrical conductivity 9.73 and content of nutrients such as nitrogen 2.17%, phosphorus 2.38%, potassium 1.47%, organic matter 16%, calcium 2600 ml / Lt. To demonstrate the quality of the compost obtained based on the treatments, the Mexican technical standard MMX-AA-180-SCFI-2018 and the composting manual were used. After determining the manual, the parameters could be determined according to the phases of the composting process, for the statistical design the statistical program R and the normality test were used. As a conclusion, it was determined that the treatment for obtaining compost is the Forced Ventilation System complies with the best compared norms and therefore in our study it is the system that had the best results.

Keywords: Quality, Nutrients, Parameters, Soil, Treatment

1. CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Identificación del problema

La Organización Mundial de la Salud hizo una evaluación de la situación sanitaria en la Región del Mediterráneo Oriental ya que en las últimas décadas se dieron las enfermedades como la diabetes que también está golpeando fuertemente a la región, el dengue está muy relacionado con el desarrollo urbanístico rápido y no planificado. El Mosquito vector, llamado “container breeder”, abunda en las humedades suspendidas en los residuos urbanos, los restos desechados, los recipientes, incluso se almacenan en agua en los hogares. Esas circunstancias pueden ser interrumpidas con procedimientos de saneamiento correcto (Cortéz, 2015).

El Ministerio del ambiente menciona que el 70% de los residuos que generamos pueden tener una nueva vida y convertirse en nuevos productos. De ellos el 54% son orgánicos y consiguen ser manipulados para el uso del compostaje. Dentro de los residuos no recuperables el 19% incluye los residuos tales como los restos de comida (huesos y carne), papel higiénico, pañales, paños húmedos, colillas de cigarro, los plásticos de un solo uso y coberturas de golosinas, que son regularizados por los vehículos municipales para rápidamente ser consignados a los rellenos sanitarios (MINAM, 2019).

La agenda de Investigación Ambiental al 2021, nos menciona sobre una problemática, que dentro de ellos se encuentra los residuos sólidos, en el eje 2 del capítulo 6. Nos indica sobre tres puntos importantes; la disposición final, el aprovechamiento y por último el tratamiento de los residuos sólidos y peligrosos (MINAM, 2013).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, informo que en el Perú existen 30 botadores, de los cuales 20 se encuentran en un período crítico y recogen alrededor de 3200 toneladas de residuos habitualmente. En cuanto a la calidad ambiental tenemos como problema específico que existe más basura que antes y eso hace que se contaminen más los suelos ya que no contamos con puntos de acopio de donde poner la basura, y eso trae como consecuencia la contaminación de los suelos (Barradas, 2009).

Según (Hernández (2019) menciona que el Ministerio del Ambiente convoco a investigadores, empresas, academias y sociedad civil para difundir y poner el valor tres investigaciones en materia ambiental. Para esto se llevó acabo el taller de “Valorización como buena práctica en el manejo de residuos sólidos” teniendo como objetivo de cerrar, brechas entre investigadores, tomadores de decisión, empresas y academia, respecto al uso de información científica para la solución de la problemática actual en materia de residuos sólidos, a su vez, la puesta de valor de la ciencia, la tecnología y la innovación ambiental.

La Universidad Peruana Unión cuenta con políticas de adaptación de los residuos orgánicos, generando 220 kg/día de restos de comida solo en el ámbito de su comedor. El traslado de los residuos es internamente al centro de acopio final, luego es recogido por el camión recolector del Municipio de Lurigancho Chosica, estos residuos no tienen una segregación y no le agregan un valor.

1.2. Justificación de la investigación

La elaboración del compost que se generó fue a partir de los residuos orgánicos gracias a su rápida descomposición, ya que se utilizó los residuos orgánicos para la realización del compost y así contribuir a mejorar el medio ambiente, también ayuda alargar la vida útil de los

rellenos sanitarios. Por ello que esta tesis es muy importante porque nos ayudó a disminuir los residuos orgánicos, se utilizó dos sistemas para comparar la calidad del compostaje y se observó cuál de estos dos sistemas es eficiente en los nutrientes para el tratamiento de los residuos.

El compost aportó un gran beneficio a la fertilidad del suelo mejorando así sus propiedades físicas, químicas y biológicas, también sirvió como una fuente de nutrientes en las plantas en principal el parámetro químico del nitrógeno (Agüero, 2014).

Nosotros reaprovechamos los residuos orgánicos y logramos determinar cuál de los dos sistemas por pilas (cielo abierto), o ventilación forzada degrado más rápido los residuos orgánicos. También se determinó la calidad del compost para que la universidad peruana unión lleve un mejor manejo de los residuos orgánicos, con la finalidad de promover nuevas culturas ambientales en las personas.

1.3. Presuposición filosófica

“Y dijo Dios: He aquí que os he dado toda planta que da semilla, que esta sobre toda la tierra y todo árbol en que hay fruto y que da semilla; os serán para comer, Y a toda bestia de la tierra, y a todas las aves de los cielos, y a todo lo que se arrastra sobre la tierra, en que hay vida, toda planta verde les será para comer. Y fue así. Y vio Dios todo lo que había hecho, y he aquí que era bueno en gran manera, y fue la tarde y la mañana el día sexto.” (**Génesis 1:28-31**)

Él escenario en que se localiza el medio ambiente hoy en día es una dificultad peligrosa; que dé a fondo no es fácil de visualizar para las personas. Ya que sin darnos cuenta provocamos acciones que a simple vista nos parecen correctas porque no percibimos efectos inmediatos, pero todas estas acciones a largo tiempo causan graves y profundos daños al medio ambiente. Dios nos creó como imagen y nos dios la responsabilidad de cuidar y rescatar a nuestro mundo de la destrucción total, no solo para nosotros sino también para el reino animal y vegetal, conservar

nuestro medio ambiente es una tarea en la que todos somos responsables lo cual debemos ser conscientes que ello depende de nuestros hábitos y actitudes cotidianas. **“Enseñar a cuidar el medio ambiente, es enseñar a valorar la vida”**.

1.4. Objetivo general

Determinar la calidad del compostaje producido por el sistema ventilación forzada y por el sistema de pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.

1.4.1. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos tales como: pH, humedad, temperatura y conductividad eléctrica del compost producido por un sistema de ventilación forzada y por un sistema de pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.
- Determinar los parámetros químicos tales como: Materia Orgánica, Calcio, Nitrógeno, Fosforo y Potasio de compost producido por un sistema de ventilación forzada y por un sistema de pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.
- Comparar si el sistema de ventilación forzada o el sistema de pilas es factible para el tratamiento de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.

2. CAPITULO II

REVISION DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

Según Arias (2009), comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica tiene como objetivo comparar las dos técnicas de aireación para la degradación de la materia compuesta de residuos de jardinería y cascara de cítricos la metodología empleada para la pila estática con aireación forzada (dos aireaciones diarias) y otra pila con el método tradicional de volteo periódico manual (dos volteos semanales) ambas pilas contenía 150 kg de residuos de jardinería y 220 kg de cascara de cítrico el proceso de degradación duro 120 días los resultados mostraron que el comportamiento de la temperatura al final del proceso fue similar en ambos tratamientos (36°C). La humedad, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno, relación C/N y fosforo finales en el tratamiento de aireación forzada fue de 57.22%, 1.73 d S m⁻¹, 7.95, 39.27%, 21.82%, 1.21%, 18.70, 277 mg kg⁻¹ respectivamente y de 64.74%, 1.0 d S m⁻¹, 8.23, 42.80%, 23.78%, 1.46%, 16.51, 217 mg kg⁻¹ para el volteo manual respectivamente.

Según García (2016), la caracterización y calidad de un abono orgánico fermentado por preparado con residuos del proceso de industrialización de la papa (*Solanum tuberosum*) tiene como objetivo evaluar la calidad de composición mineral, caracterización del producto y población microbiana de un fabricado a partir de los desechos generados en la transformación industrial de la papa en su metodología se hicieron 2 tratamientos: T1 consistió en la mezcla de 90% de material orgánico (residuo de papa 80%, aserrín 5%, desperdicios de molinería 3% y melaza 2%) más la adición de minerales en forma de carbonatos, fosfatos y sulfatos en razón del 10%, en T2 solo se mezcló el material orgánico los resultados demostraron que el material con

75% de humedad genera una fermentación anaeróbica con olor ácido muy fuerte, que decrece en la medida en que se pierde humedad, quedando la mezcla en un volumen de 50% y cambiando el olor al de una fermentación alcohólica respecto a las características finales el T2 mostro valores más altos de pH, COO, CIC, CRH y C/N demostrando que el residuo de papa tiene un buen comportamiento como residuo orgánico, en conclusión el abono orgánico fermentado sólido (AOF) no contiene un porcentaje considerable de nitrógeno disponible para las plantas; sin embargo muestra altos morfotipos de MFN de vida libre promovidas por la escasez de nitrógeno orgánico del material compostado.

Según Fernández (2018), comparación entre dos métodos de ventilación en la composición química de compost de estiércol pecuarios tiene como objetivo comparar el efecto de dos métodos de ventilación en la composición química de cuatro compost de estiércoles pecuarios, en cada experimento (Exp) se ensayaron dos métodos de ventilación: manual con pala (Vm) y con tubos de policloruro de vinilo perforados (Vt). El Exp 1 se denominó compost estiércol bovino (CBo + Vm, CBo + Vt), el Exp 2 compost estiércol caprino (CCa + Vm, CCa + Vt), el Exp 3 compost estiércol equino (CEq + Vm, CEq + Vt) y el Exp 4 compost estiércol ovino (COv + Vm, COv + Vt). Durante el proceso se analizaron temperatura, potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), carbono orgánico (C), nitrógeno total (N), relación carbono/nitrógeno (C/N), fosfato (PO₄), potasio (K), magnesio (Mg), sulfato (SO₄), calcio (Ca), sodio (Na), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn) y cobre (Cu). Para cada experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. En las variables de composición química se realizó un análisis de varianza de un factor utilizando el programa Minitab y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Teniendo como resultado que la temperatura en cada experimento mostró diferencias

significativas entre tratamientos ($p = 0.000$). Los productos provenientes de CBo, CCa y COv no presentaron diferencias en la composición química por el método de ventilación ($p > 0.05$). El producto proveniente de CEq + Vt presentó menor relación C/N ($p = 0.049$). En conclusión, los métodos de ventilación no influyeron en las características químicas de los compost de estiércol bovino, caprino y ovino, sin embargo, en el compost de estiércol equino al colocar tubos en las pilas de compostaje, se favoreció la degradación de la MO y redujo la relación C/N.

Según Rodríguez (2016), evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradable domiciliarios y su uso en huertas caseras tiene como objetivo plantear soluciones para apoyar la gestión integral de los residuos sólidos biodegradables la metodología utilizaron los sustratos para el compostaje fueron inoculados con microorganismos de montaña (MM) y con sustrato tipo Takakura (TK) por separado, los sustratos eran mezclas de grana de arroz y carbón el diseño experimental fue completamente aleatorio y consistió en dos bloques aleatorios, cada uno de diez repeticiones se estudiaron las variables de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medida con un termómetro de espiga, pH medido con un pH-metro los resultados para la temperatura las pruebas estadísticas indicaron que hay diferencia significativa entre los dos tipos de tratamientos, para el pH se observó que después de la última adición, hubo una reducción importante de la altura en las cajas, en los dos tipos de tratamiento y al realizar las pruebas estadísticas, se demostró que hubo diferencia significativas entre ellos en conclusión ambos sustratos inoculados tuvieron un efecto satisfactorio en el comportamiento de las variables medidas en el proceso de elaboración del compostaje, por tanto, queda probado que ambos sustratos son efectivos como degradadores de residuos sólidos orgánicos y garantizan su eficiente reducción; además, que ambos tipos de tratamiento son inocuos y el compost producido promete ser útil en la agricultura a pequeña escala.

2.2. Marco normativo legal

2.2.1. Constitución Política del Perú

2.2.1.1. *Artículo 2. Derechos Fundamentales de la persona*

22. A la armonía, a la serenidad, al contento del período libre y a la suspensión, así como alegrarse de un ambiente ecuánime y apropiado al progreso de su vida.

2.2.1.2. *Artículo 66. Recursos naturales*

Los patrimonios naturales, renovables y no renovables, son propiedad de la Nación. El período es soberano en su aprovechamiento.

2.2.1.3. *Artículo 192.*

Los gobiernos regionales promueven originan el progreso y la economía regional, promueven las transformaciones, movimientos y servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y locales de desarrollo.

7. Sembrar y habituar actividades y/o servicios en componente de agronomía, pesca, manufactura, industrias agrícolas, comercialización, excursión, energía, explotación, vialidad, transportes, formación, salud y medio ambiente, acorde a Ley.

2.2.2. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611

2.2.2.1. *Artículo I. Del derecho y deber fundamental*

Todo sujeto tiene el derecho inevitable a existir en un ambiente saludable, equitativo y conveniente para el pleno progreso de la vida, y el deber de ayudar a una segura gestión ambiental y de resguardar el ambiente, así como sus mecanismos, afirmando exclusivamente la salud de las personas en representación individual y colectiva, la subsistencia de la complejidad biológica, la adaptación razonable de los recursos naturales y el desarrollo razonable del país.

2.2.2.2. *Artículo 113. De la calidad ambiental*

113.1. Todo sujeto natural o jurídica, pública o privada, tiene el compromiso de favorecer, informar, intervenir y desempeñar la propiedad del ambiente y de sus componentes.

113.2. Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

- a. Resguardar, almacenar, perfeccionar y restituir, según pertenezca, la disposición del aire, el agua y los suelos y otros mecanismos del ambiente, nivelando e inspeccionando los componentes de peligro que perturben.

2.2.2.3. *Artículo 119. Del manejo de los residuos sólidos*

119.1. La gestión de los residuos de inicio doméstico, productivo, que existiendo de comienzo diferente muestren particularidades equivalentes, son de compromisos de los administradores locales. Por ley se constituye el régimen de mandato y conducción de los residuos sólidos municipales.

119.2. Las gestiones de los residuos sólidos distinguidos en el artículo antecedente son de compromiso del productor hasta su apropiada disposición final, bajo los contextos de inspección y fiscalización determinadas en la legislación vigente.

2.2.3. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)

2.2.3.1. *Artículo 5. Principios*

- **b) Valorización de residuos:** residuos sólidos formados en las diligencias beneficiosas y de consumo componen un aleatorio de recurso económico, por lo que se priorizará su beneficio, fundamentando su interés en movimientos de: reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, generación de energía, producción de compost, fertilizantes u otras transformaciones biológicas, recuperación de componentes,

tratamiento o recuperación de suelos, entre otras expectativas que impidan su disposición final.

- **e) Principio de protección del ambiente y la salud pública:** La exhaustiva de residuos acierta que las medidas privadas para proteger la salud individual y colectiva de las personas, en conformidad con el ejercicio pleno del derecho fundamental a vivir en un ambiente ecuánime y proporcionado para el desarrollo de la vida.

2.2.3.2. *Artículo 6. Lineamientos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos*

La comisión completa de residuos sólidos deberá ser orientada a:

- c) Comenzar la averiguación e improvisación mecánica puesta al favor de una elaboración cada vez más eficiente, la minimización en la fabricación de residuos y la especulación de los propios.

2.2.3.3. *Artículo 33. Segregación*

La separación de residuos debe ejecutarse en la fuente o en infraestructura de valorización de residuos adecuadamente acreditada. Queda negada la segregación en las áreas donde se ejecuta la disposición final de los residuos.

2.2.3.4. *Artículo 33. Valorización*

La valorización compone la disyuntiva de gestión y manejo que debe prevalecer frente a la disposición final de los residuos. Este contiene las acciones de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras opciones, y se efectúa en infraestructura conveniente y acreditada para el fin.

2.2.4. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM)

2.2.4.1. Artículo 65. Disposiciones generales

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos sólidos.

Son estimadas operaciones de valorización: reciclaje, compostaje, reutilización, recuperación de aceites, bioconversión, coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a conocimientos de biodegradación, entre otras dificultades posibles y de acuerdo a la disponibilidad tecnológica del país.

Los productores del ámbito de la gestión no municipal obtienen elaborar sistematizaciones de valorización respecto de sus residuos sólidos.

2.2.4.2. Artículo 103. Plantas de valorización de residuos sólidos

Las plantas de beneficio son subestructuras donde se efectúan las siguientes operaciones.

- c) Uso de los residuos orgánicos para el desarrollo de compostaje.

2.2.5. Norma Mexicana – NMX-AA-180-SCFI-2048

La Norma Mexicana- NMX-AA-180-SCFI-2048, es adaptable a las acciones elaboradas por las existencias públicas y privadas que manejen instrucciones de manera aerobia de la división orgánica de los residuos sólidos urbano (RSU) y residuos de manejo especial (RME).

Tabla 1
Comparación de resultados con la Norma Mexicana

Norma Mexicana – NMX-AA-180-SCFI-2018			
	I	II	III
Humedad	-	25% - 35%	<35% - 45%
pH		6.7 – 8.5	

Temperatura	-	25 °C – 35 °C	36 °C – 50 °C
Materia Orgánica	≥50%	30% - 50%	20% - 30%
Nitrógeno Total	3%	2%	1%
Fosforo - Potasio	De 1 % a 3 % en cualquiera de ellos y su suma ≤ 7 %: debe portar la leyenda “Composta - mejorador de suelo orgánico”. Si cualquiera excede 3 % o la suma es mayor a 7 % debe portar la leyenda “Fertilizante orgánico”.		

2.2.6. Manual de compostaje del agricultor

El manual es una guía de aprendizaje sobre la producción del compost a nivel familiar y de pequeña agronomía, competente por la oficina territorial de la FAO, el objetivo de esta guía es transmitir métodos adecuadas para la transformación de un producto sano y seguro para uso como estiércol en huertas familiares.

Tabla 2

Comparación de resultados con el Manual de Compostaje del Agricultor

Norma Mexicana – NMX-AA-180-SCFI-2018			
	I	II	III
Humedad	50%-60%	45%-55%	30%-40%
pH	6.5 - 8.0	6.0-8.5	6.5-8.5
Temperatura	45-60C°	45°C	Temperatura ambiente
Materia Orgánica	50%-70%	> 20%	> 20%
Nitrógeno Total	2,5-3%	1-2%	1%
Fosforo - Potasio		0.3% - 1.0%	
Potasio		0.1% - 1,0%	

2.3. Marco teórico

2.3.1. Panorama internacional

Los consumidores creamos gran cantidad de residuos orgánicos. Para que no se acumulen en vertederos y no se desaprovechen los residuos, se les alcanza dar una segunda vida como abono natural mediante el compostaje. Los beneficios económicos y ambientales de este procedimiento han hecho que su uso haya desarrollado de forma exponencial en todos los países. España es uno de los países que presenta este sistema entre un 15% y 17% de sus residuos biodegradables, se puede decir un porcentaje similar a la media Europa (Vargas, 2016).

2.3.1.1. Alemania

La industria alemana comenzó una iniciativa de calidad de compostaje que origino la fundación: “Organización Alemana de Garantía de Calidad del Compost”. En el año 1991 se determinó como una norma de calidad del compostaje. En la actualidad tras haber conseguido una buena imagen por todo el país, se efectúan las propias plantas en ayuda con las entidades locales, la comercialización del compost desempeña muy bien Alemania. Las plantas que almacenan una buena calidad y una experiencia razonable en la comercialización se lleva a cabo con el soporte de la organización de Alemania bajo la representación de directrices de cómo aprovechar el compost y la información de la calidad del mismo (Vargas, 2016).

2.3.1.2. Italia

Italia ha acostumbrado un característico progreso de la separación de la materia orgánica en origen y de su capacidad de compostaje en los últimos diez años, actualmente el progreso de los programas de reciclaje especialmente se representa al norte de Italia. Todas las grandes empresas italianas de residuos corresponden al consorcio incluyendo a las que promueven o quieren producir compost (Vargas, 2016). El mercado del compost es eficiente en los países

Bajos y debido a las fluctuaciones de la demanda del compost durante todo el año, todas las plantas de compostaje tienen una zona de almacenamiento temporal, para el compost promueven tener una consideración de hasta seis meses de la capacidad de elaboración. El uso del compost como sucesor de la turba ya es un tema político en el Gobierno Unido, y En las naciones bajas (Vargas, 2016).

2.3.2. Panorama nacional

acuerdo a las últimas cantidades oficiales del Ministerio del ambiente, cada día en promedio se forman más de 18 mil unidades de capacidad de restos en el Perú. Los cuales 8468 toneladas son concebidas en Lima. El Perú genera un promedio total 58.75% de residuos orgánicos, lo cual se puede aprovechar para preparar abonos orgánicos, sin embargo menos del 1% de esta basura se emplea para producir el compost, lo que evidencia que casi toda la basura que creamos finaliza habiendo preparado en los rellenos sanitarios o en botaderos ilegales. El Perú cuenta con escasas construcciones para la disposición final de los residuos sólidos a diferencia de otros países como Chile o Colombia, en el Perú no contamos con plantas que promuevan compost a gran escala. Los países que originan más cantidades de compost son los europeos, inclusive tienen una Directiva comunitaria que exigen a los Estados miembros de la Unión Occidental a que ejecuten una recaudación aceptada y que las municipalidades tengan plantas para reproducir compost, de manera que la cantidad permitida de basura finalice en los rellenos sanitarios. El compostaje forma múltiples beneficios para las municipalidades. Comprime el volumen de los residuos procedentes de domicilios y del sostenimiento de las áreas verdes. Sin embargo, en el Perú no preexisten grandiosas plantas de compostaje corporativas, algunos distritos realizan una recolección selectiva de los residuos. Uno de los pocos distritos que ha arriesgado por el compostaje de sus residuos orgánicos es San Isidro, Sin embargo, el

Municipio de San Isidro no posee con una planta de compostaje adecuada, ha inscripto un convenio de cooperación con la Universidad Agraria. Uno de los desafíos que tienen las municipalidades es impulsar a sus vecinos y los comerciantes de los mercados que segreguen sus residuos orgánicos y no desaprovechen los residuos que originan (Barradas, 2009).

2.3.3. Residuos solidos

Se llama residuos sólidos a aquellas sustancias, producto o sub producto, que se encuentra en un estado sólido o semi solido producido por las fuentes generadoras, y está obligado a disponer, lo determinado en la norma activa nacional y de los riesgos que producen a la salud y al medio ambiente (Renteria Sacha y Zeballos Villareal, 2014).

Las siguientes operaciones o procesos:

2.3.3.1. Almacenamiento

De acuerdo a Ascanio (2013), indica que el almacenamiento consiste en colocar los residuos sólidos compuestos en depósitos en forma estacional de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica.

El almacenamiento se ejecuta inicialmente en los hogares, centros comerciales, centros de trabajo o instituciones, para posteriormente ser instalados en los depósitos públicos o directamente para su recaudación y exportación.

2.3.3.2. Reaprovechamiento

Según (MINAM, 2008), describe que el reaprovechamiento alcanza la reutilización de los residuos sólidos o de sus mecanismos a través de metodologías como la salvación o reutilización. Lo que representa darles otros usos a los residuos sólidos, para desarrollar su tiempo de vida útil sin necesidad de destruirlas o separar.

2.3.3.3. *Recolección y transporte*

Respecto a esto Barradas (2009), sobre gestión integral de residuos municipales nos muestra que la recolección y el transporte son métodos mediante el cual se almacena y obtiene los residuos sólidos, se efectúa el traslado a una planta o territorio para su procedimiento y disposición final estableciendo estos métodos de mayor categoría, como lo manifiestan los cálculos fijados a estas actividades, entre un 60 % y 70 % del costo total de servicio se maneja para la recolección y transporte de los residuos.

2.3.3.4. *Minimización de residuos*

Según, Universidad Industrial de Santander (2009) en su indagación que realizo considero la minimización como la operación de evitar o comprimir la reproducción de residuos sólidos que por diferentes y transformadas actividades humanas se concentran a la naturaleza complicando la capacidad para absorberlos. La minimización, constantemente, establece una mayor defensa al medio ambiente y la salud de la población.

2.3.3.5. *Segregación en la fuente*

En el marco de la Ley N° 27314, Ley Frecuente de Residuos Sólidos, la segregación en la fuente de reproducción o en la disposición de tratamiento radica en congregar categóricos elementos físicos de los residuos sólidos para ser manipulados en forma especial, lo cual tiene como objetivo proporcionar su reaprovechamiento, tratamiento o comercialización, mediante la descomposición sanitaria y segura.

2.3.3.6. *Transferencia*

Fundamenta en transportar los pequeños camiones de almacenamiento a camiones compactadores con el objetivo de mejorar el transporte. Esta evolución se realiza en los centros

de traspaso y consta fundamentalmente de tres períodos: descarga, compactación y carga en vehículos más grandes, para transbordar los residuos a la zona de disposición final (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014).

2.3.3.7. Disposición final

En el marco de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, radica en los conocimientos y procedimientos para frecuentar o instalar en un territorio los restos sólidos como última etapa de su manejo en forma indestructible, sanitaria y ambientalmente segura.

La representación más común de disposición final de los residuos sólidos son los botaderos, estableciendo la elección más deseable al relleno sanitario, lo cual se especifica como un procedimiento de ingeniería para instalar residuos sólidos en el suelo de tal forma que salvaguarde el ambiente (MINAM, 2011).

2.3.4. Clasificación de los residuos

De esta manera, Ley de Residuos sólidos N° 27314, constituye la siguiente clasificación según su origen:

2.3.4.1. Residuos domiciliarios, residuos comerciales

Los residuos domésticos y comerciales forman residuos sólidos orgánicos e inorgánicos que se componen a través de las zonas residenciales y comerciales, así se obtiene que la parte inorgánica está constituida en su mayoría por vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales, cartón, papel, textil, madera, etc. Y la parte proporcionada a los orgánicos está constituida en su mayoría por residuos de comida. Cabe señalar que la presencia de residuos cuya desintegración es rápida sobre todo en climas despejados, a estos se les conoce como residuos putrefactibles (DIGESA, 2004).

La putrefacción de estos residuos se exterioriza en el ambiente con la reproducción de malos olores y la visión de moscas lo que son transportadoras de enfermedades. Este tipo de acontecimientos se puede ver sobre cualquier puesto de comidas ambulantes, mercados. Donde las circunstancias de elaboración y de separación de los restos son efímeras.

La materia prima directa que se encuentran en cantidad es el papel, la composición de los residuos domésticos y comerciales habitualmente contienen: periódicos, libros, revistas, volantes, pañuelos o toallas de papel (Campodónico Bustíos, 2002).

En cuanto a los plásticos, habitualmente se localizan en las siguientes categorías:

<p>1. Polietileno Tereftalato (PET)</p> 	<p>2. Polietileno alta densidad (PE-HD/2)</p> 	<p>3. Policloruro de vinilo (PVC/3)</p> 
<p>4. Polietileno baja densidad (PE-LD/4)</p> 	<p>5. Polipropileno (PP/5)</p> 	<p>6. Poliestireno (PS/6)</p> 

Figura 1: Tipos de materiales de plástico

La siguiente tabla, muestra punto por punto la categorización de los residuos sólidos según su origen:

Tabla 3
Tabla de comparación

Fuente	Definición	Tipos de Residuos Sólidos
Domiciliarios	Generados en actividades elaboradas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.	Restos de comida, plásticos, textiles, madera, vidrios, latas, metales, fierros, electrodomésticos, colchones, aceite, productos de limpieza.
Comerciales	Generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios (restaurantes, supermercados, tiendas, centros de espectáculos, oficinas).	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, metales, residuos peligrosos.
Limpieza de espacios públicos	Restos formados por: servicio del barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques, y otras áreas públicas.	Polvo, papel, tierra, latas, deyección de animales, hojas secas, ramas de árboles, hierva, animales muertos, vehículos abandonados.
Establecimientos de atención de salud	Restos formados en los conocimientos y movimientos para el cuidado e indagación médica (hospitales, clínicas, centros de salud, laboratorios).	Ropas de camas, desechables, empapadores, fundas de colchones, vendajes, algodón usado.
Industriales	Restos formados por los movimientos de las incomparables ramas industriales (manufacturera, minera, química, energética, pesquera, artes gráficas, mecánicas).	Papel, textiles, cuero, aserrín, vidrio, latas, pinturas, lacas, barnices, grasas, hierro, residuos tóxicos y peligrosos.
Actividades de construcción	Restos inactivos compuestos por construcción y demolición de obra (edificios, puentes, carreteras, represas).	Escombros, madera, hierros, ladrillos, hormigón.
Agropecuario	Formado por el avance de los movimientos agrícolas y pecuarias.	Diversos envases de fertilización, plaguicidas, agro- químico

Instalaciones o actividades especiales	Restos creados en construcciones de gran extensión con el objeto de prestar actividades comerciales públicos o privados	Plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones militares.
--	---	---

Fuente: Adaptado de: (Renteria Sacha y Zeballos Villareal, 2014).

2.3.5. Clasificación

Los residuos sólidos domiciliarios se clasifican en:

2.3.5.1. Residuos inorgánicos

Son residuos Son residuos que no obtienen ser degradados o desdoblados consecuentemente, o bien si esto fuera posible soportan una desintegración demasiado lenta. Estos residuos derivan de minerales y producto sintético. Son muy ventajosos para el proceso de reciclaje (OEFA, 2016).

2.3.5.2. Residuos orgánicos

Se representa a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición. Alcanzan formar en el ámbito de gestión municipal como en el ámbito de gestión no municipal (OEFA, 2016).

Residuos de material descendiente de la transformación de comidas, asimismo como restos vegetales y animales (verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores, y son origen de proliferación bacteriana. Los residuos orgánicos son muy útiles para el compostaje (Ansorena, Batalla, & Merino, 2014).

2.3.6. Procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos

Es el proceso de digestión, reparación y metabolización de un combinado orgánico deteriorado por bacterias, hongos y otros organismos. Dichos métodos pueden ser aeróbicos o anaeróbicos (Ardila Delgado, Cano Córdoba, Silva Pérez, & López Arango, 2015).

2.3.6.1. *Proceso de compostaje de residuos orgánicos*

El compostaje obtiene inmensas técnicas y metodologías para adquirir abono orgánico. Las cuales dependen del lugar, del clima, y del tipo de residuos que se manejen para el procedimiento. El compostaje como inicio para abonar a los cultivos, es una proposición ecológica que beneficia contraer los residuos sólidos en determinado lugar. El compostaje se puede realizar en otras partes del país, según el tipo de componente “La particularidad del compost es inconstante y depende primordialmente del tipo de elemento orgánica manejada, la representación de aditivos, la técnica de compostaje y tiempo de duración del proceso”, a parte de la materia orgánica manipulada, también actúan otros materiales directos para poder alcanzar el compost y de esto dependen las particularidades del abono conseguido (Gómez Barrena, 2006).

2.3.6.2. *Estructura y tamaño de los residuos*

El contenido del residuo intercede en el apresuramiento de descomposición. Las partículas pequeñas poseen más extensión para ser mezquina por las bacterias. La trituradora de restos logra utilizarse antes de colocar el material en la pila de compostaje. Cuantiosos materiales pierden apresuradamente su estructura física cuando se integran al proceso de compostaje (excretas), no obstante son demasiados invulnerables a los cambios, se puede decir que es en el caso de materiales directos como leñosos y fibras vegetales que corresponden a tener un tamaño de 10 mm a 50 mm (Soriano Vilcahuaman, 2016).

2.3.7. Fundamentos teóricos del compostaje

2.3.7.1. *Compost*

El compostaje es la degradación de residuos orgánicos por la operación de los microorganismos, descomponiendo la estructura molecular de los compuestos orgánicos. Según el tiempo de descomposición, se da el valor de madurez al efectuar la biotransformación o degradación parcial y mineralización o degradación completa, calificada esta como la desintegración total de las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, residuos inorgánicos inertes o minerales que se añaden a la distribución del suelo, de los microorganismos y de las plantas (Salazar Arce, 2014).

Se puede definir como:

- Transformación biológica bajo circunstancias controladas, de material de desecho en un provecho, rico en humus y respectivamente estable que dispone el suelo y nutre las plantas.
- Proceso biooxidativo reconocido que implica un sustrato orgánico heterogéneo, pasando a través de un período termofílica y una liberación temporal de fitoxinas; y permite la fabricación de dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica garantizada.
- Descomposición biológica aerobia de residuos orgánicos en circunstancias controladas.

- Fermentación aeróbica de una composición de materiales orgánicos en situaciones específicas de aireación, humedad, temperatura y nutrientes, y con la interposición de bacterias, hongos y numerosos insectos (Salazar Arce, 2014).

Según, Camacho, Martínez, Saad, Valenzuela y Valdés (2014) el compostaje compone un ecosistema en el que diversas poblaciones microbianas compuestas por bacterias, hongos y actinomicetos, degradan secuencialmente la materia orgánica en apariencia de oxígeno generando un producto firme henificado junto con gases, agua y calor como residuos del metabolismo microbiano. El tipo dominante de microorganismos depende de las circunstancias nutricionales y ambientales, en dichas diferencias intermedian sus propios movimientos. El compostaje es una complicada interacción entre los restos orgánicos, los microorganismos. La aireación y la elaboración de calor.

Según, Ramos Agüero y Alfonso (2014) indica que: El compostaje es un proceso que presume una continuación de alternativas de los residuos orgánicos, perfeccionando las propiedades físicas y químicas del material original, desarrolla la fertilidad potencial y juntamente la cantidad de humus estable.

2.3.7.2. *Objetivos fundamentales del compostaje*

- Producir un material beneficia el aumento de las plantas y favorece al perfeccionamiento del suelo, este material mejora la estructura de los suelos, la esponjosidad e incrementa la materia orgánica suelos.
- Convertir los residuos orgánicos transformándolos biológicamente mediante el uso de microorganismos en un producto no contaminante.

- Eliminar microorganismos que obtengan ser dañinos y que puedan estar presentes en los residuos urbanos.
- Devolver a la naturaleza en forma de nutrientes los componentes de materiales orgánicos para el perfeccionamiento de la calidad del suelo.

2.3.7.3. Fases del compostaje

Según, (Cajahuanca Figueroa, 2016) menciona que “el compostaje es la degradación biológica oxidativa de los constituyentes orgánicos de los elementos de desecho, que se fabrica en condiciones vigiladas sobre sustratos orgánicos heterogéneos, en estado sólido”. Se puede decir que es un proceso biológico aerobio verificado, que proporciona la descomposición y consolidación de la materia orgánica, donde se producen reacciones físicas, químicas, biológicas como alteraciones de temperatura, humedad, PH, etc.

Según, Cajahuanca (2016) indica que “el compostaje se puede determinar como un desarrollo biológico que altera la materia orgánica en humus (abono orgánico, debido a la función de los microorganismos que se desarrollan naturalmente). Los principales organismos comprometidos en la renovación biológica aeróbica de los residuos orgánicos son los hongos, bacterias, levaduras”.

Este suceso provee conseguir un producto rico en materiales humificables, sales minerales y microorganismos favorables para regenerar la estructura de los suelos y la duración de las plantas (Vázquez y Loli, 2018).

Los seres vivos están compuestos de carbono y nitrógeno (carbohidratos y proteínas) y se deben tomar de los alimentos que se introducen. Así mismo nos menciona que los

microorganismos representantes de la degradación, requieren de Carbono y Nitrógeno para reproducirse y manejar el material. Los residuos orgánicos están mezclados en gran parte por Carbono y Nitrógeno en desiguales equilibrios, lo cual es significativo conocer para conseguir construir las posibles mezclas al período de cumplir un proceso de compostaje y de este modo conseguir un compost con una proporción C/N ideal para la concentración en el campo (Soriano Vilcahuaman, 2016).

Las diferentes fases del Compostaje se dividen según la temperatura, en:

2.3.7.3.1. Fase mesófila

El material de partida emprende desde el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (incluso en horas), la temperatura se desarrolla hasta los 45°C. Este crecentamiento de temperatura es debido a movimientos microbianos, ya que en este período los microorganismos manipulan las fuentes sencillas de C y N formando calor. La desintegración de compuestos solubles, como azúcares, origina ácidos orgánicos y, por lo tanto, el Ph puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Este período dura pocos días (entre 2 y 8 días) (Avellaneda Enriquez, 2019).

2.3.7.3.2. Fase termófila o de higienización

Según, Escobar, Sanchez y Azero (2011) cuando el material consigue temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desenvuelven a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son desplazados por aquellos que ascienden a mayores temperaturas, en su totalidad bacterias (termófilas), que intervienen proporcionando la degradación de fuentes más confusas de C, como la celulosa y la lignina.

Los microorganismos intervienen evolucionando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio escala. En específica, a partir de los 60 °C surgen las bacterias que ocasionan esporas y actino bacterias, que son las representantes de transformar las ceras, humicelulosas y otros mezclados de complejos. Este período consigue persistir a partir unos días hasta meses, como el material de traslado, las circunstancias climáticas y del lugar, otros factores. En este período de igual forma adopta el nombre de fase de higienización ya que el calor formado arruina bacterias y contaminantes de principio fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella*. Esta período es significativo porque las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que obtienen hallar en el material de partida, cambiando lugar a un producto higienizado (Cordova Quenaya, 2016).

2.3.7.3.3. Fase de enfriamiento o mesófila II

Consumidas las fuentes de carbono y, en especial la de nitrógeno en el material de compostaje, la temperatura baja nuevamente hasta los 40 - 45°C. Durante este periodo, se extiende la degradación de polímeros como la celulosa, y surgen algunos hongos evidentes a simple vista. Al bajar de 40°C, los cuerpos mesófilos reinician su movimiento y el pH del medio proviene levemente, aunque en general el pH se conserva sutilmente alcalino. Este periodo de congelación demanda de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Guerrero Vargas, 2018).

2.3.7.3.4. Fase de maduración

Prueba de 1 a 2 meses en promedio y se verifica mostrando el compost a temperatura ambiente y protegido de la lluvia. Durante esta etapa, se inducen resistencias secundarias de congregación y polimerización del humus; sucede la debilitación de oxígeno y la fitotoxicidad del compost debe estar inspeccionada (Vallejo, 2017).

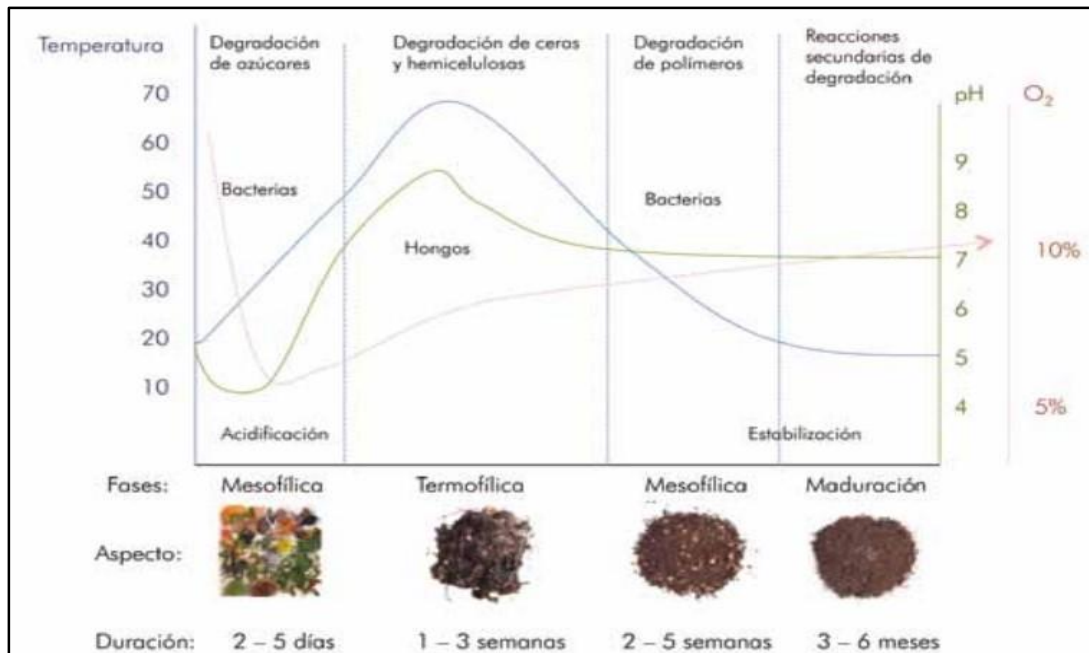


Figura 2: Clima, oxígeno y pH en el proceso de compostaje. (Vallejo, 2017).

2.3.7.4. Ventajas de compost

- Desarrolla la obstrucción de la humedad del suelo, el doble colaborando de esta manera que las plantas resistan y soporten mejor a las sequias.
- Perfecciona la estructura del suelo al beneficiar el equilibrio de los agregados, transformando el espacio poroso que ayuda el momento del agua y aire. Como la implantación de las raíces.
- Acrecienta la capacidad de detención de nutrientes en el suelo soltando progresivamente el nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, calcio, boro, hierro. y otros componentes que son obligatorios para el desarrollo de las plantas.
- Mejora la firmeza de las plantas, lo que a su vez incrementa la disposición de los productos derivadas de ellas.

- Obstrucción de humedad a través de aumento del compost alrededor de las plantas, ayuda a mejorar la ventilación y fertilidad del suelo, y las protege contra las heladas.
- Incrementa la retención de la humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren y resista mejor las sequias.
- Aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades a las cuales están expuestas continuamente.
- Se mejoran los rendimientos de las cosechas, lo que a la vez mejora la calidad de los productos provenientes de ellas (Córdova Molina, 2006).

El compostaje como recurso de beneficio de residuos orgánicos para abonar cultivos, trabaja con desechos naturales, lo que hace que las riquezas orgánicas se utilicen para abonar la tierra y no se desaproveche su valor natural. Las tecnologías que benefician a mejorar los métodos de compostaje fortalecen la producción y transformación del abono (FAO, 2013).



Figura 3: Ventajas del compost

Tabla 4
Propiedades física, químicas y biológicas del compostaje

Propiedades	Acciones
Físicas	Mejora la estructura y estabilidad del suelo, incrementa la porosidad, la permeabilidad del aire y retención del agua.
Químicas	Generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios (restaurantes, supermercados, tiendas, centros de espectáculos, oficinas).
Bilógicas	La coexistencia de diferentes especies de microorganismos, incrementa el micro flora y la meso fauna como protozoos, rotíferos, nematodos y artrópodos, estimula la actividad microbiana y reduce la producción de patógenos

2.3.7.5. Desventajas del compost

- Las de tipo económico: A la hora de programar un compostaje hay que tener en cuenta que este proceso supone una cierta inversión, ya que se necesita una serie de equipos y a veces unas mínimas instalaciones
- Disponibilidad de terreno: Dentro del proceso de compostaje hay que prever un terreno para almacenar los materiales de partida, para mantener los compost durante la fase de maduración y otro para almacenar los productos ya terminados.
- Tipo climatológico: Si el clima es muy frío, el proceso se alarga debido a las bajas temperaturas, Las lluvias excesivas también pueden dar lugar a problemas de encharcamientos y de anaerobiosis si no hay un buen drenaje y una inclinación adecuada del terreno.

- Tipo de medioambiental: Estas desventajas se pueden evitar con una buena práctica a la hora de realizar el proceso y con una buena elección del terreno donde se van a almacenar, tanto los materiales iniciales como los compost en fase de maduración, ya que es en este periodo donde hay más peligro de que las pérdidas de nitrógeno, en forma de nitratos, contaminen las aguas subterráneas (Rafael Avila, 2015).

2.3.7.6. *Calidad del compost*

Campitelli (2010) nos menciona que la disposición del compost es relacionada por su importe agronómico y comercial como un componente orgánico del suelo. Se establece en base a sus particularidades físicas (tamaño de las partículas, textura y color) y químicas como implícito de materia orgánica, humedad, pH, relación carbono/ nitrógeno, contenido de sales, apariencia de metales, entre otros. Si estos parámetros son bien manipulados se obtendrá un compost de buena calidad, con las consecutivas particularidades: Libre de contaminación, higienizado, alto potencial fitosanitario, potencial de fertilización, potencial de capacidad de suspensión de agua, potencial de protección de erosión, malos olores y estabilidad microbiológica.

2.3.8. *Humus*

Según, Condori Vargas y Borda Jeri (2014) nos indica que es el elemento mezclado por algunos efectos orgánicos de naturaleza coloidal, que desciende de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos favorecedores (hongos, bacterias). Se establece por su color negruzco formal a la gran cantidad de carbono que reduce. Se ubica primordialmente en los segmentos altos de los suelos con rapidez orgánica. Los elementos orgánicos que ajustan al humus son muy constantes, es decir, su grado de descomposición es tan dominante que ya no se descomponen más y no sufren evoluciones considerables.

- Aumenta la capacidad de Intercambio catiónico del suelo.
- Da estabilidad a los suelos ligeros y a los compactos; en suelos arenosos espesa mientras que en suelos arcillosos tiene un resultado de dispersión.
- Hace más espontáneo la tierra, por la perfección de las propiedades físicas del suelo.
- Impide la formación de costras, y de la compactación.
- Refuerza a la suspensión de agua y al desecado de la misma.
- Desarrolla la porosidad del suelo.
- Muestra altos contenidos de K y S. conjuntamente de una aceptación carga microbiana, así como ácidos húmicos y fúlvicos, descompactando el suelo y suministrando la toma de alimentos por la rizosfera (Condori Vargas y Borda Jeri, 2014).

2.3.8.1. *Importancia de la materia orgánica en el suelo*

Según, “Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible”, (2008) la materia orgánica es uno de los más significativos mecanismos del suelo. Su composición es muy modificada, ya que procede de la putrefacción de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo. Y es justificadamente en esa incomparable disposición donde permanece su importancia, en el transcurso de putrefacción, diversos productos se adquieren y eso hace que operen como ladrillos del suelo para construir materia orgánica.

Estos materiales forman un proceso de disgregación o de mineralización, y cambian de su forma orgánica (seres vivos) a su forma inorgánica (minerales solubles o insolubles). Estos

materiales separan por la solución de suelo y son aprovechados por las plantas y organismos, hasta cambiar en humus, mediante el transcurso de humificación (Julca Otiniano, Meneses Florián, Blas Sevillano y Bello Amez, 2006).

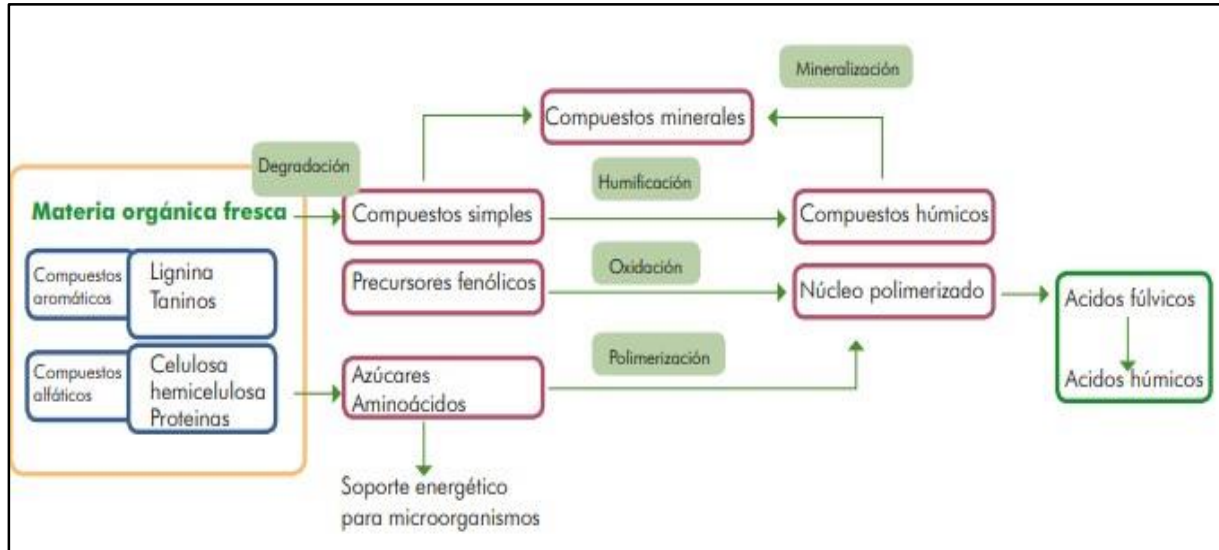


Figura 4: Esquema de la evolución de la materia orgánica que llega al suelo (Guizado Gonzales, 2018), adaptado de Ribo, 2004.

2.3.9. Parámetros de control durante el compostaje

2.3.9.1. Parámetros físicos

2.3.9.1.1. Temperatura

El paso del compostaje tiene notoriamente dos zonas térmicas determinadas, nos indican. Que durante el transcurso la temperatura soporta alteraciones. Estas dos líneas se conocen como las zonas Mesófila (25° - 38°C) y la zona termófila (55°-70°C). El aumento de la temperatura durante la fermentación sucede importantemente por las obstrucciones bioquímicas exotérmicas que suceden allí, incorporadas a la actividad de los microorganismos asistentes (Fallas Conejo, 2016).

Tabla 5
Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura (°C)	Causas asociadas	Soluciones	
Bajas temperaturas (T° ambiente > 35 °C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y, por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verdura, otros).
	Material insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C. N.	El material tiene una alta relación C: N y, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido de nitrógeno como el estiércol.
Temperaturas (T ambiente > 70 ° C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralente el proceso

2.3.9.2. pH

Es otra medida transcendental para valorar las circunstancias del proceso y la transformación de los residuos. Su importe, así como la temperatura cambia con el tiempo durante el transcurso. Al inicio el material tiene un PH entre 6-7, y en los principales días reduce por la elaboración de ácidos orgánicos en el procedimiento. Consecutivamente puede incrementarse hasta 8, 8.5. A lo largo de toda la fase termófila aunque se instruye el

enfriamiento alcanza a un valor en el nivel de 7-8, del compost equilibrado (Fallas Conejo, 2016).

Tabla 6
Parámetros de pH óptima

pH	Causas asociadas	Soluciones
< 4,5	Exceso de ácidos orgánicos Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C: N.
4,5 – 8,5 Rango ideal		
> 8,5	Exceso de nitrógeno Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoniaco alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

2.3.9.3. *Humedad*

Durante el período activo del compostaje, el contenido en humedad deteriora de un 56% a un 38%, originando la mayor disminución durante los seis principales días, debido principalmente a los métodos de volteo y aireación del material, y a la elevada temperatura. Durante la mayor parte de la fase activa del proceso, el contenido de humedad se debe proteger al 45%. Para que el compost final pueda ser comercializado como mejora orgánica, y se debe tener un contenido mínimo de humedad entre 30 -40% (Cochachi y Vargas, 2008).

Tabla 7
Desventajas

Porcentaje de Humedad	Problema	Soluciones
------------------------------	-----------------	-------------------

<45 %	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos.	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras)
45% - 60% Rango ideal			
>60 %	Oxígeno Insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hoja secas.

2.3.9.4. Oxígeno

El abono orgánico es un método aerobio, por lo que nos indica que la presencia de oxígeno en el material tiene un aspecto fundamental. Quiere decir, que el desarrollo de condiciones de anaerobiosis en el material no solo se ralentiza el periodo de compostaje, sino que también tienen lugar de riesgos agrupados a la generación de sustancias que producen mal olor (Bueno Márquez, Díaz Blanco y Cabrera Capitán, 2005).

Tabla 8
Porcentaje

Porcentaje de Aireación	Problema	Soluciones
<5 %	Baja aireación Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
5% - 15% Rango ideal		
>15 %	Exceso de aireación Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad,

descomposición se detenga por falta de agua.	bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras)
--	---

2.3.9.5. Conductividad eléctrica

Muestra la salinidad de un compost y contribuye a la averiguación sobre su capacidad para ser manipulado en suelos agrícolas, correspondiendo su conductividad no superior a 2m, para no incitar toxicidad a las plantas. El periodo de compostaje se determina por una sucesiva desvalorización de la conductividad debido a la pérdida de sales por lixiviación (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014).

2.3.10. Parámetros químicos

2.3.10.1. Nitrógeno

Se denomina con el símbolo N, número atómico 7, es un gas en circunstancias uniformes. El nitrógeno atómico es la fuente principal de la atmósfera (78% por volumen de aire seco). Esta concentración es consecuencia del control entre la unión del nitrógeno atmosférico por operación bacteriana, eléctrica (relámpagos) y química (industrial) y su liberación a través de la desintegración de materias orgánicas por bacterias o por incineración (Sánchez León, 2019).

El mayor origen del complemento de nitratos y nitritos es el uso intensivo de fertilizantes. Los métodos de incineración de igual forma pueden exaltar los abastecimientos de nitrato y nitrito, debido a la manifestación de óxidos de nitrógeno que puede ser transformado en nitratos y nitritos en el ambiente (Sánchez León, 2019).

2.3.10.2. Fosforo

Según, Galindo Castro, Martínez Osorio y Estrada Bonilla (2018) denomina con el símbolo N, número atómico 7, es un gas en circunstancias uniformes. El nitrógeno atómico es la fuente principal de la atmósfera (78% por volumen de aire seco). Esta concentración es consecuencia del control entre la unión del nitrógeno atmosférico por operación bacteriana, eléctrica (relámpagos) y química (industrial) y su liberación a través de la desintegración de materias orgánicas por bacterias o por incineración.

El fósforo blanco ingresa en el ambiente cuando es consumido en fabricaciones para crear otros servicios químicos y cuando el ejército lo utiliza como provisión. A través de cañonazos de aguas residuales el fósforo blanco finaliza en las aguas superficiales junto a las fábricas donde es consumido (“Interpretación de los análisis de compost”, s/f).

2.3.10.3. Potasio

Se denomina con el símbolo K, número atómico 19. Ocupa un lugar medio entre la familia de los metales alcalinos posteriormente del sodio y anteriormente del rubidio. Este metal reactivo es liviano y blando. Se considera considerable al sodio en su procedimiento de forma metálica. Se utiliza principalmente en mezclas de fertilizantes (Uscumayta, 2018).

Es uno de los macronutrientes fundamentales para la conservación de las plantas. Su representación es de gran jerarquía para la salud del suelo, el desarrollo de la planta y nutrición animal. Su situación principal en las plantas es su papel en el sostenimiento de la coacción osmótica y el volumen de la célula así mismo influye en la fotosíntesis y en la transformación de energía, preparación de las estomas y la contribución de dióxido de carbono (Miyashiro, 2014).

2.3.11. Sistemas de compostaje

Menciona, Muñoz Negret (2018) uno de los macronutrientes fundamentales para la conservación de las plantas. Su representación es de gran jerarquía para la salud del suelo, el desarrollo de la planta y nutrición animal. Su situación principal en las plantas es su papel en el sostenimiento de la coacción osmótica y el volumen de la célula así mismo influye en la fotosíntesis y en la transformación de energía, preparación de las estomas y la contribución de dióxido de carbono.

La categorización más común de las incomparables tecnologías utilizadas en métodos de compostaje, se efectúa en base al recogimiento del material a compostar con relación al exterior, diferenciándose así: sistemas abiertos, semi- cerrados y cerrados (Cabrera Córdoba, 2016).

2.3.11.1. *Sistemas en pilas*

Según, Gómez Barrena (2006) indica categorización más común de las incomparables tecnologías utilizadas en métodos de compostaje, se efectúa en base al recogimiento del material a compostar con relación al exterior, diferenciándose así: sistemas abiertos, semi- cerrados y cerrados.

Su objetivo es ejecutar 1m^3 de volumen para llegar a obtener temperaturas de 70°C en el interior de la pila, para higienizar el compost.

Gómez Barrena (2006) declara categorización más común de las incomparables tecnologías utilizadas en métodos de compostaje, se efectúa en base al recogimiento del material a compostar con relación al exterior, diferenciándose así: sistemas abiertos, semi- cerrados y cerrados.

El compostaje en pilas es el procedimiento más antiguo y más manipulado para compostar despojos orgánicos. Posteriormente de haber retirado todo el material inorgánico (materiales no biodegradables), de los residuos biodegradables, el componente se instala en pilas a cielo abierto, nos indican que preferiblemente sean triangulares. Las circunstancias en un método a cielo abierto son cómodas de controlar.

Estos procedimientos son accesibles y pretenden un volteo periódico para la aireación de gases contaminantes. El método de aireación, certifica apresurar el metabolismo de las bacterias termófilas que se localizan por naturaleza en los restos, hasta obtener rangos de temperatura de 60 a 70 °C. Los procedimientos de compostaje de pilas para la transformación termófila por aumento de velocidad microbiana permiten comprimir significativamente la reproducción de lixiviados mejor que otros procedimientos de transformación y utilización de residuos orgánicos

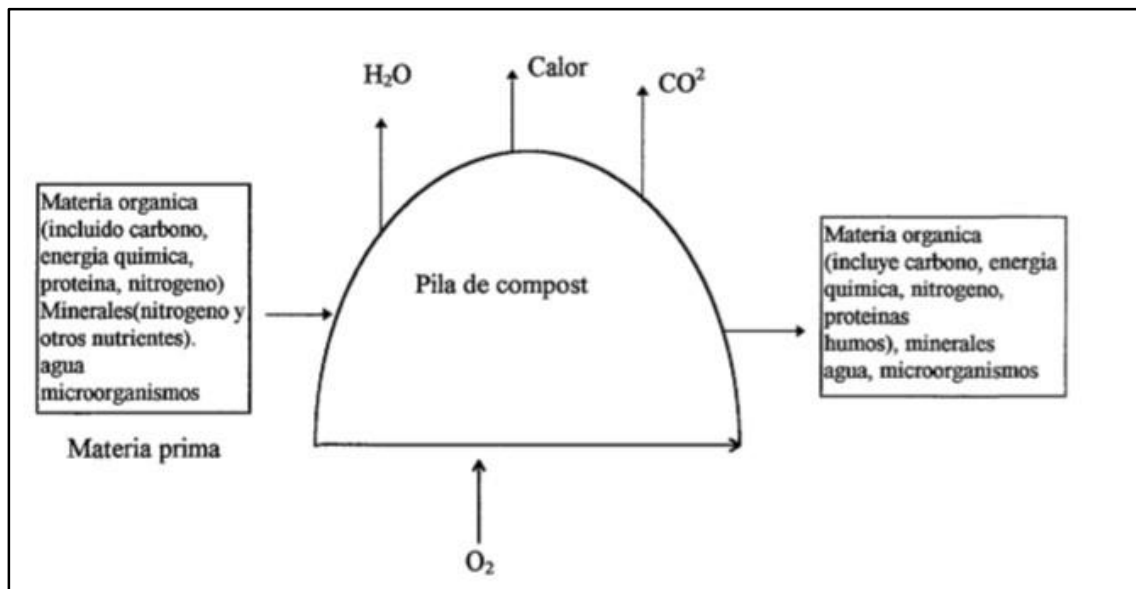


Figura 5: Esquema de un sistema en Pilas.



Figura 6: Pilas de compostaje.

2.3.11.2. Pilas estáticas aireadas

En este procedimiento, los materiales se estacionan sobre un agregado de tubos perforados conectados a un método que aspira aire a través de la pila. La participación del oxígeno a la pila permite enfriar la pila y eliminar el vapor de agua, CO_2 y otros valores de descomposición. Los mecanismos de una pila estática aireada contienen: una malla de comercialización de aire, una base de un material poroso, un material a compostar, y una capa externa de material firme (compost maduro) y un procedimiento de control y suministro de aire. Una vez se realizada la pila, no se toca, hasta que el período activo de compostaje se ha completado. Por eso, al formar la pila deben ser debidamente mezclados.

Las principales ventajas de esta tecnología:

- Los buenos controles de oxígeno y temperatura, que posibilitan una rápida transformación de los residuos orgánicos en el compost, lo que conlleva un uso más eficiente del espacio.

- Consigue una mayor homogenización del material, una disminución mecánica del tamaño medio de partícula que contribuye a una mayor disminución del volumen.
- Se puede procesar gran cantidad de residuos. Es recomendado cuando se dispone de poco espacio y se desea completar el proceso en menos de un año (Negro et al., s/f).

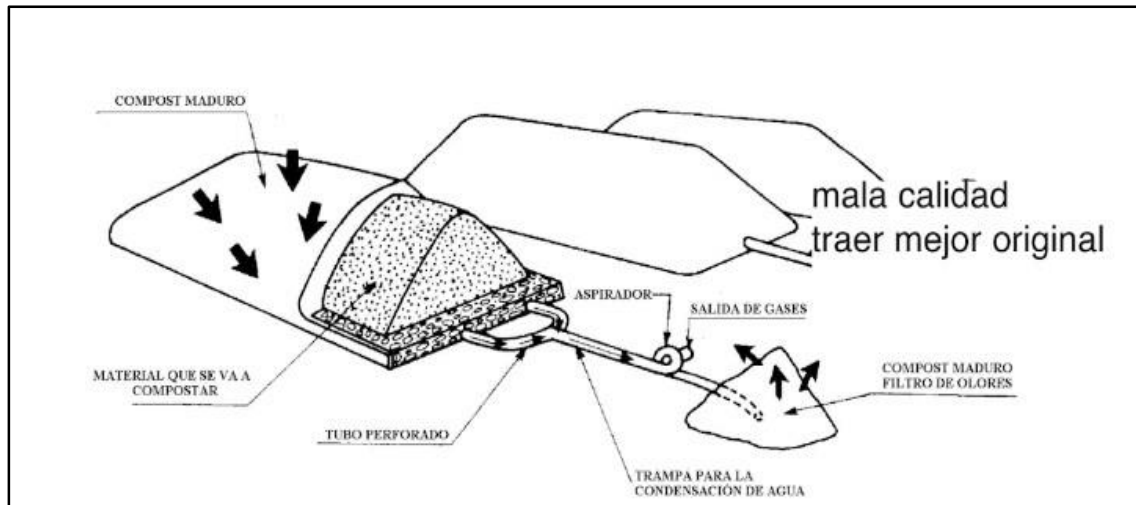


Figura 7: Sistema de Pilas Estáticas Aireadas.

A causa de que no existen componentes para combinar el material durante el transcurso de compostaje, los materiales deben ser cuidados cuidadosamente antes de colocarse en la pila. La humedad debe ser cuidada y mantenida en los niveles adecuados, partiendo de valores iniciales controlados y con una aireación que no seque demasiado (humectando el aire de entrada si es necesario). La mezcla debe ser relativamente porosa y tener una buena estructura para resistir la compactación y el (Docampo, 2013).

Según Behrentz y Giraldo Reboloso (1999) el aire que se inyecta a la pila debe ser del orden de 104 m^3 por día por cada metro cúbico de compost. La aireación no debe ser enorme, porque consiguen provocar diferenciaciones en la temperatura y en el adjunto en la humedad.



Figura 8: Pilas Estáticas con Ventilación Forzada (MMAyA, 2010).

2.3.11.3. *Trincheras o canales semi-cerrados*

Según López (2015) El proceso de compostaje se desenvuelve en una serie de canales abiertos que consienten la circulación, por arriba, de una maquina volteadora de la pila de compostaje y la hace adelantar unos 3-4 metros. El material fresco llega a través de unas cintas portadoras. Esta habilidad permite realizar un rastreo de la humedad, el nivel de oxígeno y la temperatura con las mejores que supone el volteo periódico con riego simultáneo y la

contingencia de airear de manera organizada la situación de los insuficientes materiales acordes a su madurez.

Gracias a este método y a que las pilas se resguardan de las severidades meteorológicas dentro de una nave habilitada, se obtiene transportar un gran control y seguimiento sobre la temperatura, humedad y el nivel de oxígeno de la pila, incluyendo también los volteos, riegos y aireación selectiva que se pueden verificar y que finalmente faltarán sobre la calidad del compost y el tiempo de duración del tratamiento (30- 50 días). A pesar de la buena optimización que ofrece esta tecnología, cuanto mayor sea el tiempo de residencia del compost, el nivel de estabilización y su buena maduración, mejor será el producto final obtenido (Moreno Casco & Moral Herero, 2008, p.158).

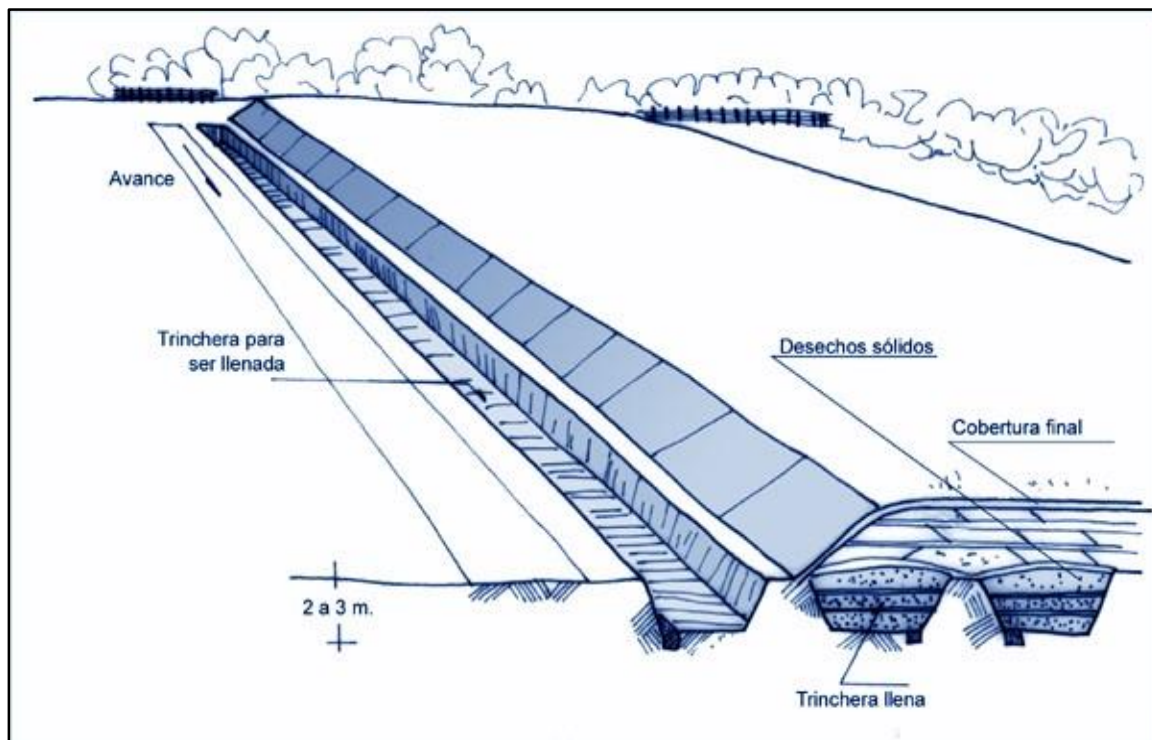


Figura 9: Esquema de sistema de trinchera o canales semi-cerrado (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016).

2.3.11.4. *Sistemas cerrados*

Los procedimientos cerrados sobrellevan una construcción más compleja y costosa que los procedimientos abiertos, al realizar una disposición cerrada y aprovechar una maquinaria quizá más complicada, siendo más favorables para el medioambiente, ya que aprueban reconocer el proceso y las demostraciones organizadas durante el mismo. Además, admiten acortar, el periodo del compostaje en muchos casos.



Figura 10: Compostera horizontal o discontinua

Tabla 9

Ventajas y desventajas de sistemas cerrados

Sistema	Inversión	Manipulación	Espacio	Compost final
Horizontal o discontinua	Baja	Sencilla	Poco	Heterogéneo
Vertical o continua	Alta	Más compleja	Amplio	Homogéneo

2.3.11.5. *Túneles estáticos*

Un conducto estático es un contenedor de hormigón u otros materiales en el que se implanta el material a compostar, llenando unos dos tercios de la elevación de túnel. Instalan un

procedimiento de aireación forzada, a través de estrías en el suelo, de sondas de temperatura, humedad y el nivel de oxígeno, acumulada de gases y de lixiviados; y técnica de riego. Son utilizados para transportar la primera fase del compostaje que es la fermentación y requiere mayor participación de oxígeno y agua, la generación de gases y olores es más dominante.

Gracias a un método automatizado que procesa todos los datos conseguidos en tiempo real, se efectúa la aireación que consigue regular y controlar variables como la temperatura y la humedad de los materiales (Garrido Ibáñez, 2015).



Figura 11: Túneles estáticos (Vico Lopez, 2015).

3. CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

El lugar de ejecución se desarrollará en las áreas exteriores de la mansión de la Universidad Peruana Unión.

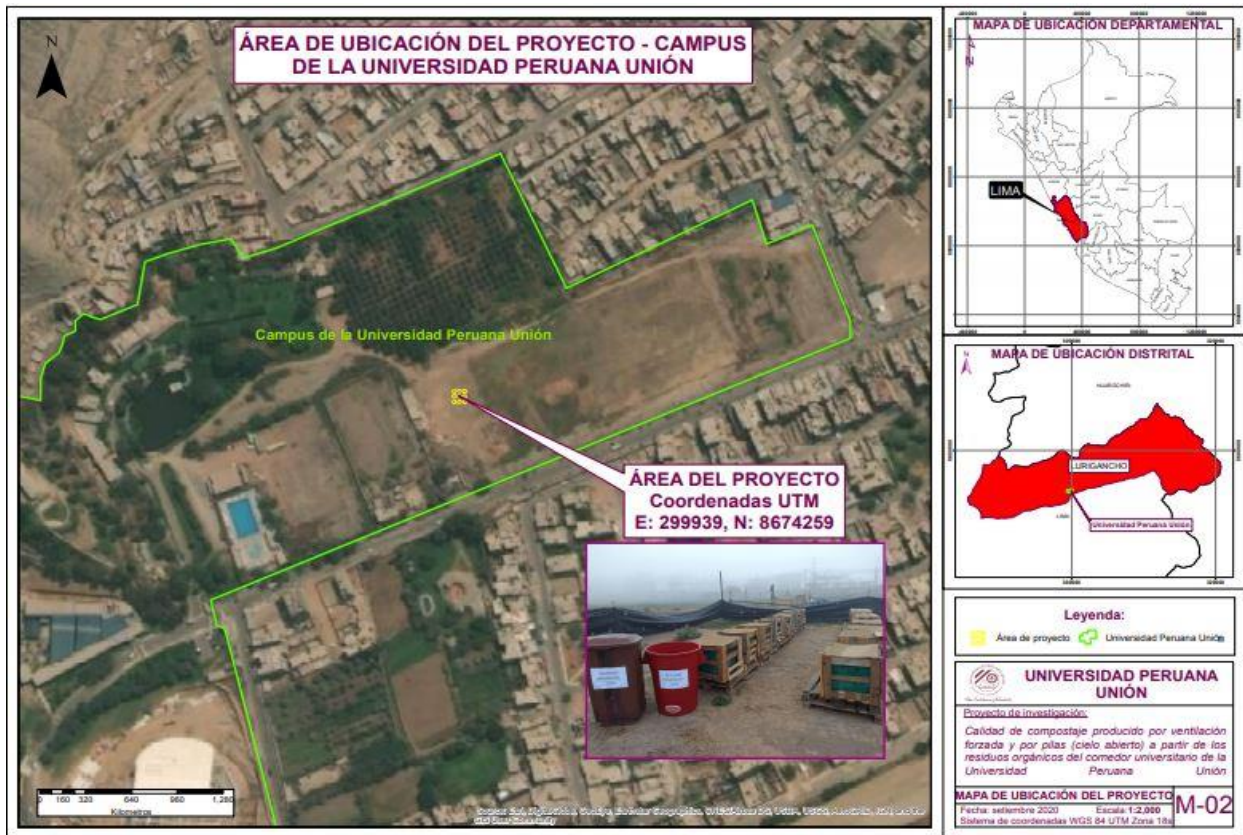


Figura 12: Mapa de ubicación de la ejecución del proyecto

3.1.1. Ubicación política

Región: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Lurigancho - Chosica

3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud: 612 msnm

Este: 299939

Norte. 8674259

3.1.3. Limites

- **Por el Norte:** Limita con el distrito de San Antonio de Chaclla de la provincia de Huarochirí.
- **Por el Este:** Limita con los distritos de Santa Eulalia y Ricardo Palma de la provincia de Huarochirí.
- **Por el Sur:** Limita con los distritos de Chaclacayo y Ate de la provincia de Lima departamento de Lima.
- **Por el Oeste.** Limita con el distrito de San Juan de Lurigancho de la provincia de Lima.

3.1.4. Accesibilidad

La accesibilidad a la Universidad Peruana Unión de la Provincia de Lima desde el distrito de Lurigancho es a través de la carretera central, hasta llegar al paradero de Ñaña luego se ubica el paradero de moto taxi que nos lleva directo a la Universidad a la altura de la primera garita de ahí se deberá caminar durante 5 minutos para llegar a los exteriores de la mansión.

3.2. Características del medio físico

3.2.1. Condiciones climáticas

El clima del distrito de Lurigancho Chosica cuenta con un buen clima, la zona de ñaña tiene un clima seco y templado en las estaciones de otoño-invierno la temperatura varía entre los 23°C a 13°C (en las mañanas un cielo cubierto de neblinas y a partir del mediodía con un sol radiante) mientras que en las estaciones de primavera-verano la temperatura varía entre los 13°C a 25°C (siendo la totalidad del día soleado) llegando a temperaturas que superan los 28°C.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Lista de materiales de campo

Tabla 10
Cantidad de equipos

Cantidad	Materiales de campo
74	Parihuelas
70	Metros de costal rafia
3	Wincha
2	Picos
2	Tachos de 60 L
2	Libreta de campo
4	Lapiceros
60	Unid. de tubos de CPVCs de 1.66 pulg.
60	Unid. de tubos de CPVCs de 1.90 pulg.

6	Docenas de clavo
2	Martillos
70	Metros de plástico
1	Compresora de 2 HP
2	Tamiz
32	Crisoles
6	Probetas de 250 ml
32	Vasos de precipitados
1/2	Bolsas ziplop/muestra
2	Pipetas
1	Destilador

3.3.2. Lista de equipos

Tabla 11
Lista de equipos

Cantidad	Equipos
1	Cámara
1	Balanza digital
1	Peachimetro
1	Estufa eléctrica
1	Termómetro digital
1	Mufla
1	Desecador

3.3.3. Lista de insumos

Tabla 12
Lista de insumos

Insumos
Residuos orgánicos
Poda de césped
Agua

3.4. Metodología experimental

Mediante la figura N°10 se especifica el flujo del proceso de compostaje para evaluar la eficiencia de los residuos sólidos del comedor universitario de la UPeU, a través de dos Sistemas (ventilación forzada) y por pilas (cielo abierto).

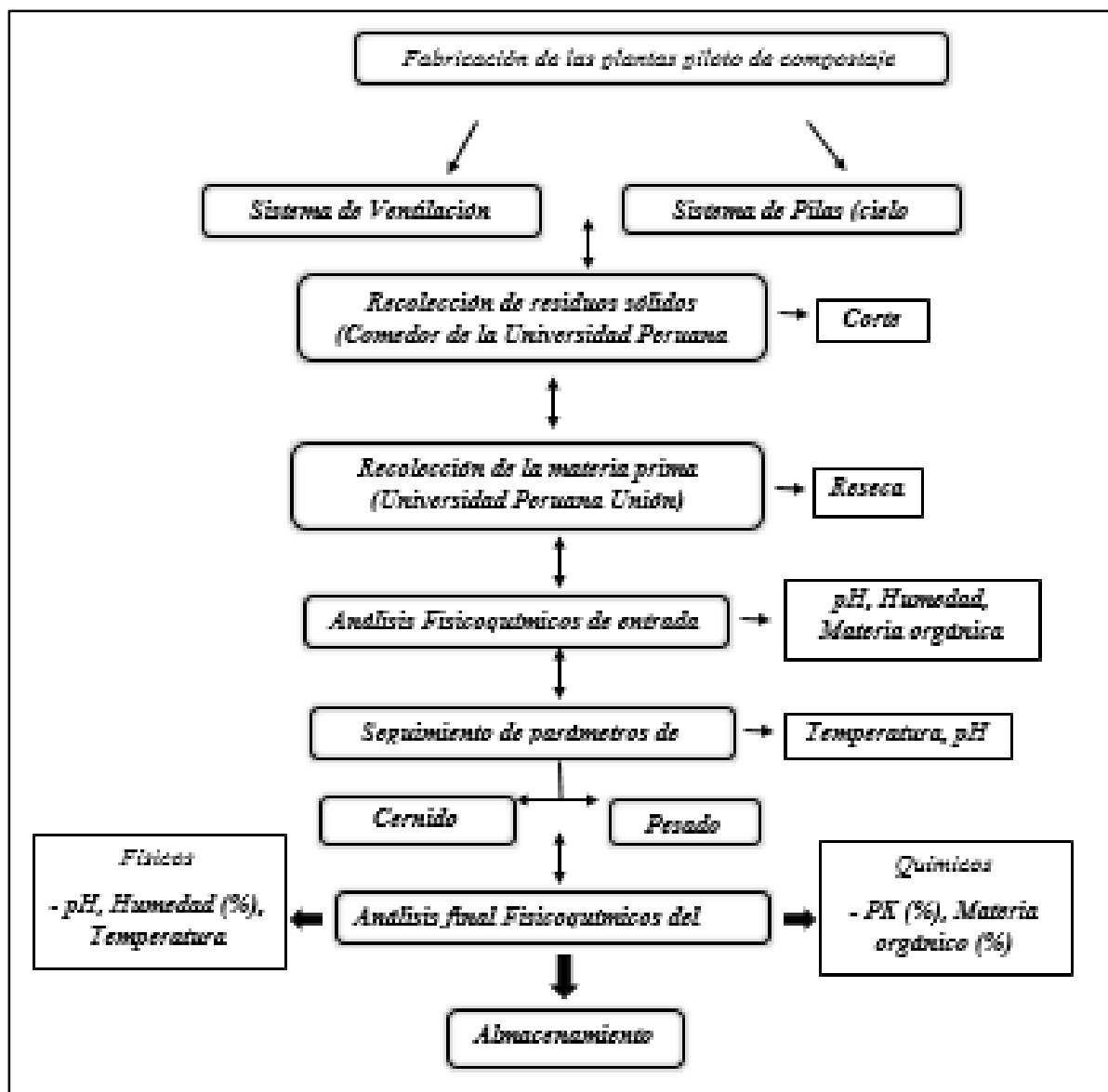


Figura 13: Elaboración de compost por dos sistemas (Ventilación forzada, cielo abierto), a partir de los residuos orgánicos de la UPeU

Se brindó una charla de 15 minutos al personal de comedor, respecto a la segregación de alimentos y como reaprovechar. En seguida se Ejecutó el proceso de compostaje con los residuos orgánicos frescos de la Universidad Peruana Unión. Anteriormente los residuos orgánicos estuvieron separados en el comedor. Los residuos de poda de césped se tomaron de las áreas verdes del campus universitario.



Figura 14: Charla al personal del comedor de la Universidad Peruana Unión

Los modelos (sistema de ventilación forzada, sistema de cielo abierto) de compostaje fueron diseñados en función a una propuesta de “LIMA COMPOST “encargados de realizar compostaje orgánico, proporcionando a hogares y empresas a un mínimo precio, así también ayudando al medio ambiente. El proceso de compostaje empezó el 22 de agosto y termino el 5 de enero. Los parámetros de control fueron los nutrientes: nitrógeno, fosforo y potasio, Se consideró el volumen de partícula que salta a través de un tamiz de 10 mm (porción degradada) y peso final de los sistemas.

3.4.1. Generación de residuos

Menciona Medina Quinatoa (2012) los residuos que integraron al transcurso de compostaje preexistieron los residuos orgánicos fresco del comedor universitario de la UPeU y la poda de césped de las áreas verdes. Para los residuos separados del comedor se utilizó dos tachos, se ubicó en un lugar estratégico dentro de la instalación de la cocina. Para obtener la poda de césped se regularizó anticipadamente con el director del área de ornato para conseguir la cantidad requerida, para los sistemas (ventilación forzada, cielo abierto). Se recogió la cantidad necesaria de los residuos orgánicos de la UPeU.



Figura 15: Ubicación de los tachos en las instalaciones del comedor de la UPeU y recojo de los residuos orgánicos

Tabla 13
Puntos de procedencia de residuos orgánicos

	Descendencia	Coordenada Este	Coordenada Norte
Residuos Orgánicos	Comedor UPeU	299282.00 m E	8673595.00 m S
Poda de Césped	Áreas Verdes UPeU	299626.26 m E	8673767.47 m S

Los residuos fueron trasladados a la planta de piloto de compostaje estacionada geográficamente: 299939.15 m E, 8674259.13 m S y una altitud sobre el mar de 530 m, que se exhibe en la siguiente figura:

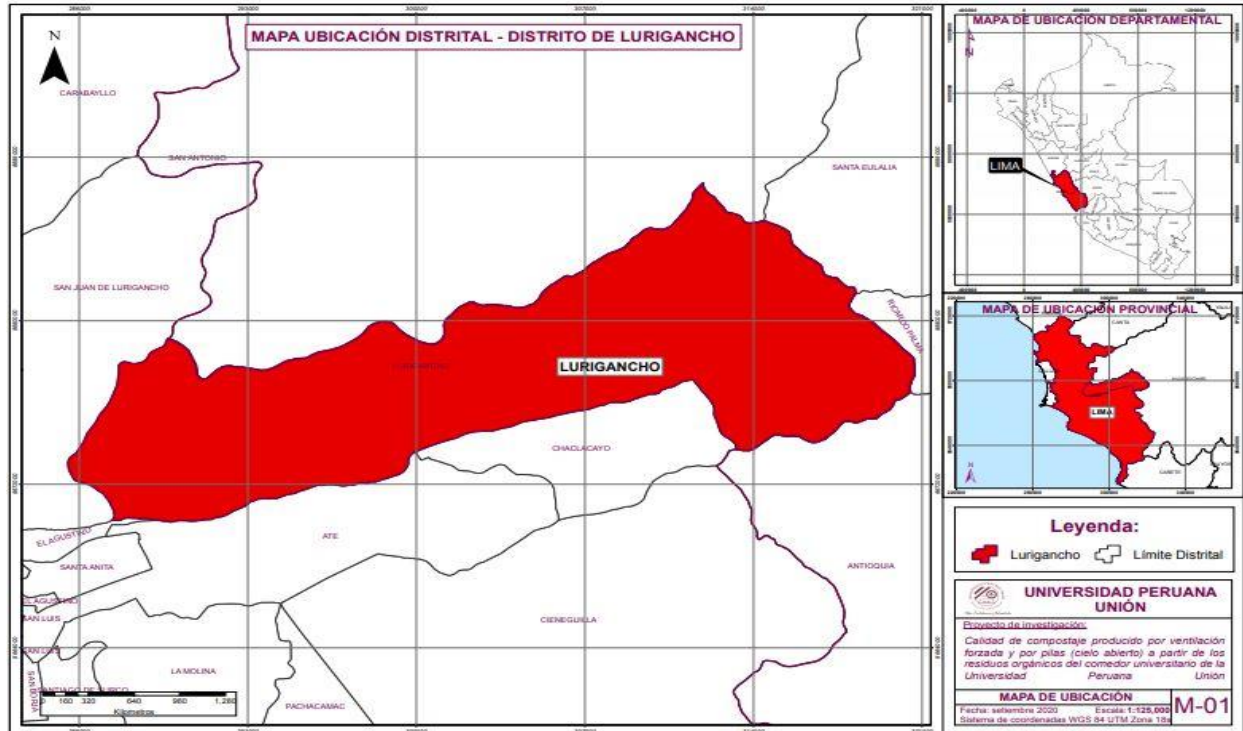


Figura 16: Mapa de ubicación distrital

3.5. Etapa de campo

3.5.1. Formación de sistemas

3.5.1.1. Proyecto de ejecución de la planta de compostaje

La planta de piloto de compostaje se levantó en la zona de la Mansión de la UPeU, cerca del punto final de los residuos sólidos y cerca de un punto de agua. Primero se ejecutó la elaboración y cercado del terreno. Para luego pasar a los sistemas (ventilación forzada, cielo abierto), que presento 50 cm de Largo x 50 50 cm de ancho separados por camino de 25 cm. Como se observa en la figura (Medina Quinatoa, 2012).



Figura 17: Preparación y cercado del terreno de la mansión de la UPeU

Para la distribución se utilizaron palos de madera y se cubrió el contorno de la planta de compostaje con rafia negra para así controlar los fuertes vientos en la zona de la mansión de la UPeU. Las distancias del área del experimento fueron: largo 3.5 metros y de ancho 4 metros haciendo así un área total de 14 m². Inmediatamente se incrementó un área de 1 m x 1 m para la recepción de los residuos sólidos. Y así mismo se colocó el sistema piloto de (Ventilación forzada) como también se hizo los hoyos para el sistema (cielo abierto).



Figura 18: Instalación de estructura

3.5.1.1.1. Elaboración del sistema de ventilación forzada

Para la realización de este sistema se utilizó parihuelas reciclables, lo que nos facilitó el área de Imprenta y Productos Unión para ello se coordinó previamente con los encargados de dichas áreas para recolectar la cantidad necesaria. Luego las parihuelas fueron trasladadas a la zona donde se ejecutó el proyecto, después se realizó a hacer los cortes y las medidas necesarias después formando una caja (16 pilas).



Figura 19: Construcción de sistema de ventilación forzada

3.5.1.1.2. Elaboración de sistema de cielo abierto

En primer lugar, se delimito, se limpió y se niveló un área adecuada (150 m² aproximadamente) para el armado de pilas, con la ayuda de picos y rastrillo, luego se realizó las medidas necesarias para realizar cada hoyo (16 pilas).



Figura 20: Construcción de sistema de cielo abierto

3.5.2. Puesta en marcha del proceso de compostaje

Las recaudaciones de los residuos se transportaron a cabo el 6 de agosto al 15 de agosto del 2019, se adquirieron 650 kg de residuos orgánicos frescos del comedor universidad, 120 kg de poda de césped. Estos residuos fueron trasladados por una moto carga de recaudación hasta el proyecto de compostaje (Mansión UPeU).



Figura 21: Traslado de los residuos frescos al proyecto

Una vez recogido los residuos orgánicos frescos, se dejó un par de horas en reposo para reducir la humedad hasta un 70%. Inmediatamente los residuos estuvieron sometidos a un picoteado manual y con la ayuda (machete y cuchillo) lo cual se consiguió partículas de 3 a 6 cm en promedio.



Figura 22: Picado de residuos orgánicos

3.5.3. Formación de compostera

En el proyecto de Investigación se procedió después del clasificado de los residuos se hizo el pesado para la conformación de compost como se muestra a continuación.

Tabla 14
Cantidad de residuos por pila de compostaje

Tipo de residuo	Cantidad	Total
Residuos orgánicos frescos	200 gr	100 gr
Residuos de césped	2 kilos	10 kl

Luego se pasó a hacer el llenado a los sistemas (ventilación forzada, cielo abierto) pesando las materias primas: residuos orgánicos frescos 2 kilos y 200 gr de césped, realizando 5

repeticiones entre capa y capa en los 32 tratamientos obteniendo 10 kl de residuos orgánicos y 100 gr de césped en cada pila. Como se puede observar en la siguiente figura:



Figura 23: Llenado de las materias primas a los sistemas (ventilación forzada, cielo abierto)

3.6. Análisis pre monitoreo del compost

La toma de muestra (entrada) del proceso de compostaje se ejecutó obteniendo de cada sistema 600 gramos de cada tratamiento. Los parámetros fisicoquímicos que se examinaron a la entrada del proceso de compostaje fue un estudio de materia orgánica, que midió los siguientes parámetros: pH, humedad (%), temperatura. Los análisis se realizaron en el laboratorio de medio ambiente de la universidad peruana Unión.

3.6.1. Características iniciales de los residuos orgánicos

3.6.1.1. Características físicas iniciales

Tabla 15

Parámetros físicos iniciales de la materia prima

Tipo de Residuos	Compuestos	Temperatura Inicial	Humedad Inicial %	Olor inicial
Residuos de comedor - UPeU	Residuos Orgánicos de Verduras y Frutas	30°C	25-35°C	Muy desagradable
Residuos de Limpieza-áreas Verdes/ UPeU	Césped/ Poda	18°C	7-10°C	Poco desagradable

3.6.2. Características químicas iniciales

3.6.3. Características iniciales de la mezcla de los residuos orgánicos

Tabla 16

Parámetros físicos de la mezcla de los residuos

Tipo de Residuos	Compuestos	Temperatura inicial	Humedad inicial %	pH Inicial	Olor inicial
Mezcla	Residuos Orgánicos de Verduras y Frutas Césped/ Poda	29.3 °C	33.5 °C	7.70	Muy desagradable

3.6.4. Análisis de monitoreo de parámetros durante el proceso

3.6.4.1. pH

Para medir la muestra de pH se efectuó a tomar 16 muestras del sistema de ventilación forzada y 16 muestras del sistema de pilas (cielo abierto) de compost, con un termómetro digital SOIL SURVEY, para comprobar dicho parámetro. La medición del pH se efectuó durante: lunes, miércoles, viernes (semanales) en el horario de las 2:00 pm, durante todo el proceso de compostaje desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre. el análisis del parámetro se

realizó en el laboratorio de saneamiento ambiental de la Universidad peruana unión. Como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 24: Medición de parámetro físico de la materia orgánica – pH

3.6.4.2. Temperatura

Debido a su facilidad de medición y su inmediata relación con el proceso de fermentación, la temperatura se rastreó a partir del tercer día de la instalación de los sistemas de compostaje. Para obtener la temperatura se utilizó un termómetro de mercurio de 100 ° C, implantando al fondo de la pila de compostaje. La comprobación de la temperatura se realizó en dos puntos de la pila (entrada y salida) y se reconoció el promedio de las dos mediciones. La comprobación de la temperatura se ejecutó en los días lunes, miércoles y viernes alrededor del

horario 2:00 pm, durante todo el proceso de compostaje desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre. Como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 25: Medición de la temperatura en el campo

3.6.4.3. Humedad

Para controlar la humedad se empleó Sensores de Humedad de Suelo, se introdujo al centro de los sistemas de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto); se enterró en profundidad de 10 cm. Inmediatamente se conectaron los cables de los sensores al medidor. Una vez conectada al medidor, el valor de la humedad era rápidamente visible a través del display del equipo. La medición de la humedad se realizó durante 3 días (lunes, miércoles y viernes) semanales durante todo el proceso de compostaje en el mes de septiembre hasta el mes de diciembre.

3.6.4.4. Aireación en el sistema de ventilación forzada

Con el propósito de mantener una fermentación aerobia se colocó unos tubos de PVC, en forma de un cuadrado como se puede observar en la figura 28 con diferentes dimensiones: tubos de codo 2 x 45, tubos x 1 m, tubos tee 4 x 4. Con la ayuda de un taladro se realizó unos agujeros por cada tubo con una separación de 0.5 cm. Para el proceso mecanizado se utilizó el refuerzo de

una compresora monofásica de uso doméstico con una potencia de 2 HP y con una presión de 70 psi y un tanque de 24 litros. La frecuencia se dio (lunes, miércoles, viernes) semanales durante el término de este proceso.



Figura 26: Diseño de aireación de ventilación forzada

3.6.4.5. Riego

Los riegos fueron realizados con la finalidad de obtener una adecuada humedad en los sistemas: ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto) de compostaje. Para ello se utilizó una jarra de un 1 lt para el riego de los sistemas, para ayudar a distribuir el agua de forma uniforme sobre los sistemas de compostaje, para que el agua llegue monótonamente al sustrato para una mayor eficiencia, este procedimiento se realizó cada vez que fue necesario: lunes y viernes (semanales), hasta terminar el proceso.



Figura 27: Riego al sistema de ventilación forzada

3.6.5. Sistema de cielo abierto

Este diseño de sistema consistió en: residuos sólidos orgánicos, césped y en la contextura de la pila de compostaje que tuvo como objetivo evaluar si se tiene algún efecto en el transcurso, en lo que representa el tiempo preciso para conseguir el producto final, y en la calidad del producto final.

3.6.5.1. Riego

La humedad es un parámetro preciso para los microorganismos, ya que el agua compone el medio de transporte de los nutrientes. En este proceso se hizo el riego por aspersión de forma manual a cada pila conformada. Utilizando agua potable regando el material llegando a una humedad al 60 %, sin que el agua se escurra y se encharque para disminuir los nutrientes.

3.6.5.2. Volteos

Nos menciona Hernández (2017), que el volteo tiene como objetivo beneficiar los metabolismos aerobios y gestionar que el proceso se cumpla homogéneamente en todos los residuos sólidos que contiene la pila de compost. Esta operación se realizó de manera manual manejando una pequeña pala, procurando que los movimientos de la pila se mezclen y que las zonas tengan temperaturas uniformes para así evitar la putrefacción anaeróbica.

Los volteos se hicieron con la mano a los 15 días de la concentración del provecho, para proporcionar la aeración de la materia orgánica y que los microorganismos procedan competentemente en la putrefacción, prescindiendo así la compactación que podría causar por el riego.



Figura 28: Volteo y riego del sistema cielo abierto

3.6.6. Análisis de post monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del compost

3.6.6.1. Toma de muestra

Luego que se haya terminado el proceso de compostaje y se obtenga el producto final, se pasó a realizar la toma de muestras para su respectivo envío al laboratorio de Ingeniería Ambiental. (Ver Anexo 7).

3.6.6.2. Peso de la muestra

Se homogenizo todo el compost conseguido y se sacó las muestras en las bolsas ziploc y se envió 1 kg al laboratorio Ambiental de la UPeU.

3.6.6.3. Tamizado

Al clausurar el transcurso de compostaje se tamizaron las pilas de compost con el propósito de establecer el porcentaje de dimensión de átomos del compost que se localiza entre 10 mm a 18 mm.



Figura 29: Tamizado de muestras en el laboratorio de la UPeU

3.7. Etapa de laboratorio

Los prototipos fueron usados y cotizados en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UPeU. para así establecer la disposición del compost con los respectivos exámenes de

peculiaridades físico- químicos, para formar nutricionalmente valores de elementos como P, K Ca, materia orgánica, pH, temperatura y así comprobar la mejor calidad del compost integrado.

3.7.1. Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

Para la determinación del pH se comprobó que el equipo este calibrado, rápidamente se pasó a ejecutar el ensayo con el procedimiento: primero se mezcló en un vaso precipitado 10 gr de compost seco posteriormente tamizado, se le agrego 25 ml de agua destilada (relajación de la tierra) / agua 1:2,5. Después se pasó a mezclar la tierra utilizando una vagueta dejando así reposar la muestra de 10 a 20 min.

Se pasó a revisar la muestra si sedimentó correctamente (liquido claro sobre el suelo depositado). Y se metió el equipo electrodo totalmente calibrado en la suspensión del agua, y se determinó el valor del pH. Como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 30: Sedimentación de las muestras para la obtención del pH



Figura 31: Equipo pHchimetro

3.7.2. Materia orgánica

Para realizar el procedimiento se pesó una muestra de 7 gr de suelo seco y se colocó en crisoles de porcelana posteriormente se pesó el crisol (peso inicial), inmediatamente se pasó a la estufa a una temperatura de 105 C° para lograr conseguir un peso firme (durante 24 horas). Pasado las 24 horas se llevó la muestra al equipo la mufla a una temperatura de 650 C° (durante 3 a 4 horas). Se pasa a calcular la diferencia de peso entre un peso inicial y final, dicha diferencia vale a la cantidad del material orgánico que se perdió de la muestra por secuela de la calcinación. Se puede observar en estas imágenes.



Figura 32: Las muestras de suelo seco en el equipo de estufa



Figura 33: las muestras en el proceso de calcinación

3.7.2.1. *Calculo para obtener la materia orgánica*

Para obtener el % de cenizas se realiza la siguiente formula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P_{\text{Secada}}}{P_{\text{Inicial}}} * 100$$

Donde:

P – secada = peso de la muestra secada a 600 °C.

P – inicial = peso de la muestra inicial.

- Los sólidos volátiles es lo mismo que materia orgánica, puesto que la calcinación de la materia de la muestra es verificada para eliminar la materia orgánica presente. La materia orgánica presente en residuos sólidos se calcula así:

$$\text{MO (\%)} = 100 - \text{Cenizas (\%)}$$

Donde:

MO = porcentaje de materia orgánica en la muestra

3.7.3. Humedad

Para controlar la humedad se empleó Sensores de Humedad de Suelo, se introdujo al centro de los sistemas de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto); se enterró en profundidad de 10 cm. Inmediatamente se conectaron los cables de los sensores al medidor.

3.7.4. Determinación del fósforo y potasio

3.7.4.1. Reactivos

Bicarbonato sódico 0,1 N, Carbón decolorado, Solución de molibdato de amonio- ácido sulfúrico, Solución estándar de fósforo, Solución 5 ppm de fósforo.

Bicarbonato sódico 0,1 N (para 1000 ml de solución): Se pesa 42,5 g de bicarbonato de sódico libre de fosfatos o con muy bajo contenido de ellos. Diluir a volumen en la fiola volumétrica de 1000 cm^3 . También ajustar a $pH = 8,5$ con NaOH.

Carbón decolorado: Este debe ser lavado previamente con la solución de bicarbonato sódico y después con el agua destilada. Lavar varias veces hasta que el extracto sea menos de 2 ppm. De fosforo. Luego debe ser secado.

Solución demolibdato de amonio- ácido sulfúrico (para 1 000 ml de solución): En un vaso de 250 cm^3 se disuelve un 1 g de heptamolibdato de amonio y potasio, disolviéndolos. Seguidamente se agregan 16 ml de ácido sulfúrico concentrado y se completa con agua destilada hasta 1 L en fiola de 100 cm^3

Solución estándar de fosforo (para 500 ml solución): se disuelven 0,1097 g de fosforo de potasio deshidrogeno recristalizado (KH_2PO_4) EN 500 ml de bicarbonato sódico. Esta solución contiene ppm de Fosforo.

Solución 5 ppm de fosforo (se prepara la solución necesaria para la curva): La solución estándar de fosforo de 50 ppm. Con agua destilada en la proporción 1: 10.n.

3.7.4.2. Procedimiento

- Se coloca en un Erlenmeyer de (125 ml) 0,5 g de suelo tamizado en tamiz de 2 mm.
- Se agrega un 1g aproximadamente de carbón decolorado.
- Se agrega 25 ml de solución de bicarbonato de sodio.
- Durante 15 agitar o dejarlo 1 hora al menos, y se va agitando de vez en cuando.

- 125ml filtrar en un frasco de Erlenmeyer.
- Se añade 8 ml de solución de amonio-ácido sulfúrico (considerar que para 8 ml de solución se agrega 0.008 g de ácido ascórbico).
- Finalmente se toma lectura en media hora y para esta lectura se usa un espectrofotómetro.

Este proceso se realizó mediante el equipo fotómetro, con diferentes concentraciones y diversos factores de dilución.

Tabla 17: Concentraciones para el proceso de fósforo y potasio mediante el factor de dilución

Concentración	Factor
50 gr de muestra y 150 ml de agua destilada (1:4)	10,50
1 gr de muestra y 1000 ml de agua destilada (1%)	5,50
5 gr de muestra y 1000 ml de agua destilada (5%)	5,50

3.7.5. Procedimiento para la dilución factor “50”

Se colocó en la cubeta de vidrio 0.5 mililitros de la muestra y se agregó 9.5 mililitros (hasta donde se encuentra la marca de 10 ml) de agua destilada, bidestilada y desmineralizada. En el caso de que no contáramos con agua destilada acudíamos a usar resina o agua comercial.

Para la lectura del fosforo fue de la siguiente manera:

0,00 a 30.00 (como PO_4^{3-}) y de 0.00 a 9.8 (como P)
0,1
 $\pm 1.0 \pm 4\%$ de la lectura a 25°C

Se llenó una cubeta con 10 ml de muestra sin reaccionar (hasta la marca), tapamos y colocamos la cubeta en el compartimiento del equipo y cerramos la tapa, luego pulsamos la tecla Zero saliendo en pantalla “0.0-” demostrando que estaba listo para la medición. Se retiró la cubeta y agregamos 10 gotas de reactivo HI93717A-0. También añadimos el sobre del reactivo HI93717B-0 a la cubeta en el equipo y cerramos la tapa. Seguidamente se presionó reloj (timer) saliendo en pantalla cuenta regresiva de 5 minutos. Finalmente, el reloj (timer), nos arrojó una lectura en pantalla y estos resultados se expresaron en mg/L (ppm) de fósforo (PO_4^{3-}).

Presionamos las flechas (Arriba o abajo) para acceder a las funciones del segundo nivel.

Presionamos la tecla Chem Form para convertir el resultado en mg/L (ppm) a fósforo (P) y pentóxido de fósforo P_2O_5 .

Presionamos las flechas (arriba o abajo) para regresar a la pantalla de medición.

La dilución de las muestras: Si las muestras se diluyeron (Factor 5, 10 y/o 50) multiplicar el resultado por el factor de dilución para calcular la concentración de la muestra original sin diluir. Por ejemplo, si la muestra diluida produce un resultado de 12,5 mg/L después de diluirse en un factor de 5, entonces la concentración de la muestra original sería de $12.5 \times 5 = 62.5$ mg/L.

3.7.5.1. Interferencia

La interferencia puede ser causada por: Las interferencias pueden ser causadas por: Amonio por encima de 10 ppm, calcio por encima de 10000 ppm como CaCO_3 , cloruro por encima de 12000 ppm, magnesio por encima de 8000 ppm como CaCO_3 , sodio por encima de 8000 ppm.

3.7.6. Diseño del área experimental para la obtención del compost

Según la metodología empleada se colocó 16 tratamientos con 16 duplicaciones, Para los análisis del compost se analizaron los 32 tratamientos (ventilación forzada, cielo abierto). Se utilizó una dimensión por pila de 50 cm de largo x 50 cm de ancho con una separación de cada tratamiento de 25 cm. Prestar atención en la figura:

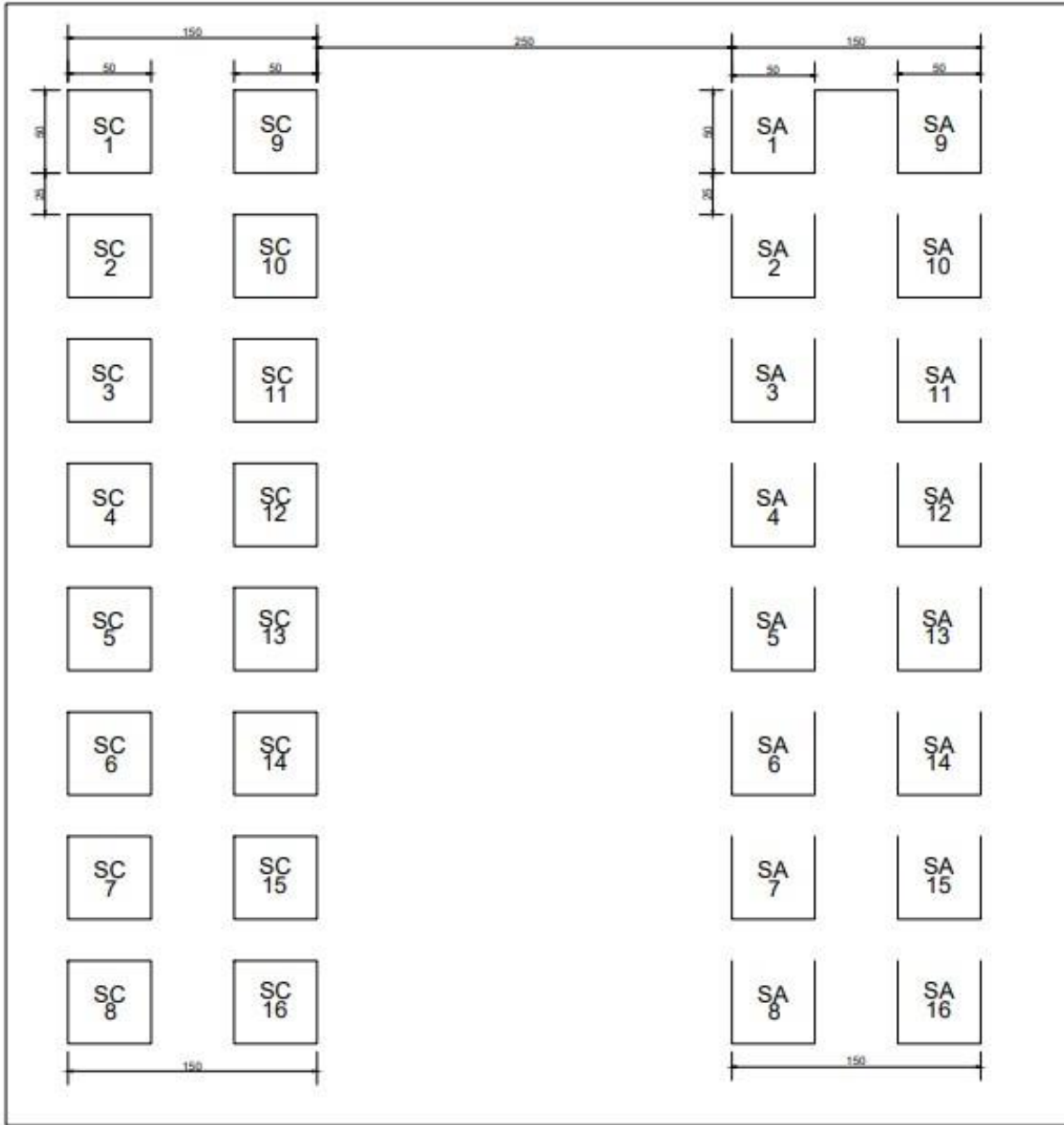


Figura 34: Diseño experimental para la obtención del compost

3.8. Análisis y diseño estadístico

3.8.1. Variables de estudio

3.8.1.1. Variables independientes (X)

- Sistema de cielo abierto y ventilación forzada.

3.8.1.2. Variables dependientes (Y)

- Parámetros fisicoquímicos (temperatura del suelo, pH, humedad del suelo, nitrógeno, fosforo, potasio y materia orgánica).

3.8.1.3. Variantes intervinientes

- Temperatura ambiental.

La temperatura en el área de estudio del proyecto altera de acuerdo con la estacionalidad, verano e invierno.

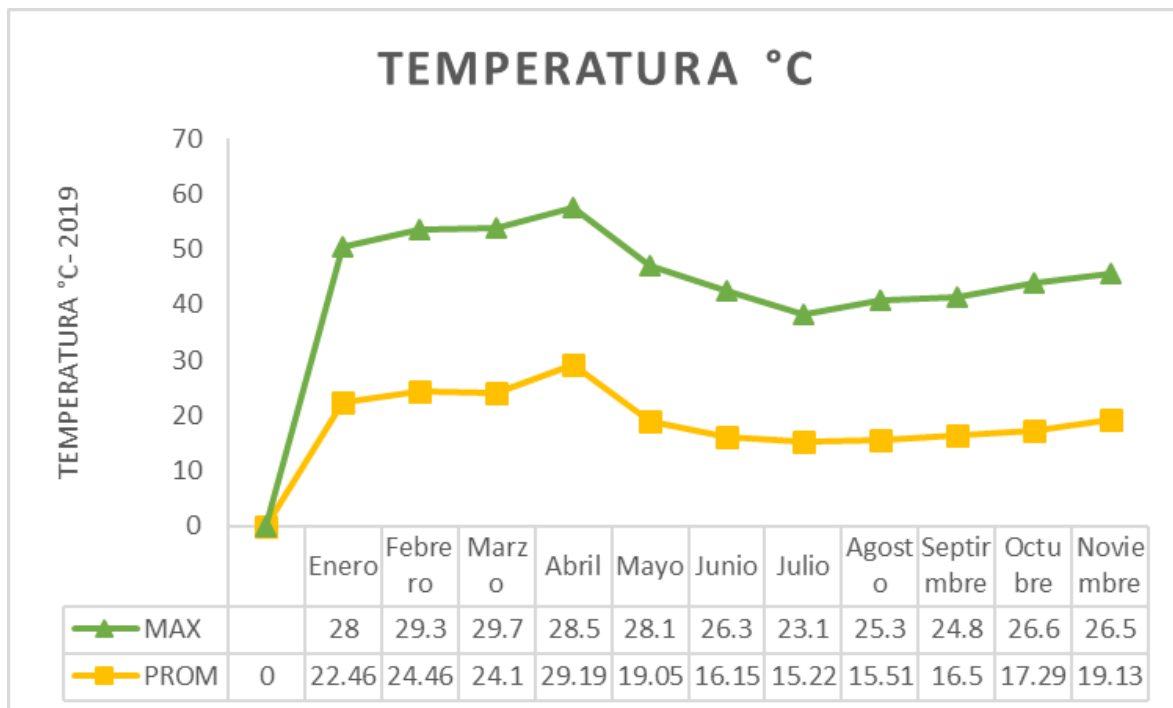


Figura 35: Temperatura promedio y máximo de los meses del año 2019. (SENAMHI, 2019)

Como se muestra en la tabla 35 la temperatura específica en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero.

Tabla 18

Temperatura de los meses de julio, agosto, septiembre; en los cuales se realizó el proceso del proyecto

Estación: cc		
Departamento:	Provincia:	Distrito: LURIGANCHO
Lima	LIMA	
Latitud:	Longitud:	
11°59'14.82"	76°50'31"	Altitud: 543 msnm
Tipo: EMA-	Código:	
Meteorológica	111290	
AÑO/MES/DÁ	Temperatura (°C) / promedio mes	Temperatura (°C) / máxima
2019/08/22	15	25
2019/09/22	16	24
2019/10/22	17	26
2019/11/22	19	26
2019/12/22	15	18
2020/01/22	15	23
Promedio/Total	16	25

Fuente: (SENAMHI/DRG, 2019)

3.8.2. Formulación de hipostasis

3.8.2.1. Hipótesis general

La calidad del compostaje producido por el sistema ventilación forzada es más productiva que por el sistema de pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.

3.9. Estudio y diseño de la investigación

3.9.1. Tipo de investigación

El siguiente trabajo de investigación es de tipo descriptivo explicativo con diseño de investigación Experimental. El diseño experimental es la conceptualización de la aplicación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados, quiere decir que se forma la manipulación con un tipo pre y post (muestras), debido a que se manipula dos variables independientes y una independiente, para observar cambios que se forman en el proceso de compostaje (Medina Quinatoa, 2012).

3.9.1.1. Tipo de muestra aleatorio simple

Recomendado para las áreas homogéneas menores a 5 hectáreas, delimitadas por referencia visibles a lo largo y ancho de toda la extensión del sitio. Se caracteriza por permitir todas las combinaciones posibles de puntos de muestreo (Ponce, 2012).

3.9.2. Diseño estadístico para la efectividad del compost

3.9.2.1. Diseño complementario al azar

Tabla 19

Diseño completamente al azar del compost

<i>Método</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M4</i>	<i>M16</i>
<i>Pilas</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Caja</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

3.9.3. Análisis estadístico

Como es un diseño aleatorio para poder diferenciar cuál de los métodos es más productivo en nutrientes del compost. Se ha verificado que los datos obtenidos sean de una

distribución normal. Según se vea que es normal o no, se aplicará diferencia de medias con el estadístico t-student o Pearson.

3.9.4. Análisis estadístico en R

Esto convierte a R software en una herramienta estadística estable, confiable y a la vanguardia, ya que está sometida a una actualización permanente. Es una herramienta muy poderosa para todo tipo de procesamiento y manipulación de datos. Algunas técnicas avanzadas y robustas solo pueden realizarse con este software. Ambiente de trabajo muy flexible y extensible.

Permite crear gráficos de alta calidad exportables en diversos formatos: PostScript, pdf, bitmap, pictex, png, jpeg, etc. Gran cantidad de información sobre sus funciones y paquetes de funciones. Consume pocos recursos informáticos. Está disponible para todos los sistemas operativos (Windows, Macintosh y sistemas Unix -como Linux-). R trabaja con otros lenguajes y permite leer datos de otros softwares como SPSS, SAS, Excel, etc.

3.9.4.1. Prueba de normalidad

Los resultados de la prueba indican si usted debe rechazar o no puede rechazar la hipótesis nula de que los datos provienen de una población distribuida normalmente. Puede realizar una prueba de normalidad y producir una gráfica de probabilidad normal en el mismo análisis. La prueba de normalidad y la gráfica de probabilidad suelen ser las mejores herramientas para evaluar la normalidad.

3.9.4.2. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnow

Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si esta diferencia

observada es adecuadamente grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. Si el valor p de esta prueba es menor que el nivel de significancia (α) elegido, usted puede rechazar la hipótesis nula y concluir que se trata de una población no normal.

4. CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los parámetros del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada

Para la comparación de la calidad del resultado de compostaje, se analizó los parámetros físicos tales como (Humedad, Temperatura, pH, Conductividad Eléctrica) y químicos (Nitrógeno, Potasio, Fosforo, Calcio, Materia Orgánica), mencionados en las siguientes tablas con los datos obtenidos durante todo el proceso.

4.1.1. Resultados de los parámetros del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) en la fase mesófila

4.1.1.1. *Humedad en la fase mesófila*

Tabla 20

Resultados de los parámetros del compost en suelo (sistemas abiertos)

		Humedad																
		Fase Mesófila- Suelo																
Fecha	N°- Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		
22/08/2019	1	25	50	35	25	50	35	25	50	45	25	50	43	25	50	26		
	2	25	50	38	25	50	33	25	50	45	25	50	49	25	50	31		
	3	25	50	43	23/08/2019	25	50	38	25	50	43	27/08/2019	25	50	37	25	50	48
	4	25	50	40		25	50	42	25	50	42		25	50	41	25	50	27
	5	25	50	45		25	50	37	25	50	44		25	50	27	25	50	47
	6	25	50	42		25	50	32	25	50	40		25	50	36	25	50	37
	7	25	50	38	25	50	38	26/08/2019	25	50	36	25	50	30	28/08/2019	25	50	34
	8	25	50	43	25	50	42		25	50	33	25	50	33		25	50	28
	9	25	50	35	25	50	33		25	50	42	25	50	28		25	50	45
	10	25	50	39	25	50	44		25	50	46	25	50	32		25	50	33
	11	25	50	40	25	50	47	25	50	44	25	50	26	25	50	38		
	12	25	50	32	25	50	39	25	50	32	25	50	29	25	50	39		
	13	25	50	37	25	50	33	25	50	37	25	50	48	25	50	32		
	14	25	50	41	25	50	42	25	50	43	25	50	40	25	50	42		
	15	25	50	35	25	50	45	25	50	38	25	50	45	25	50	40		
	16	25	50	32	25	50	47	25	50	35	25	50	44	25	50	29		
	Promedio			38.44	Promedio		39.19	Promedio		40.3	Promedio		36.75	Promedio				

Humedad															
Fase mesófila															
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C				
	29/08/2019	25	50		28	30/08/2019	25		50	35	02/09/2019		25	50	42
	25	50	32		25	50	32		25	50	48		25	50	30
	25	50	46		25	50	46		25	50	40		25	50	37
	25	50	33		25	50	44		25	50	38		25	50	40
	25	50	39		25	50	38		25	50	41		25	50	31
	25	50	41		25	50	30		25	50	46		25	50	36
	25	50	40		25	50	41		25	50	27		25	50	39
	25	50	43		25	50	45		25	50	31		25	50	38
	25	50	31		25	50	28		25	50	45		25	50	29
	25	50	29		25	50	42		25	50	33		25	50	27
	25	50	47		25	50	26		25	50	43		25	50	26
	25	50	49		25	50	29		25	50	26		25	50	32
	25	50	30		25	50	27		25	50	29		25	50	48
	25	50	26		25	50	36		25	50	47		25	50	34
	25	50	44		25	50	31		25	50	36		25	50	42
	25	50	36		25	50	48		25	50	35		25	50	49
	Promedio		37.13		Promedio		36		Promedio		37.94		Promedio		36.3

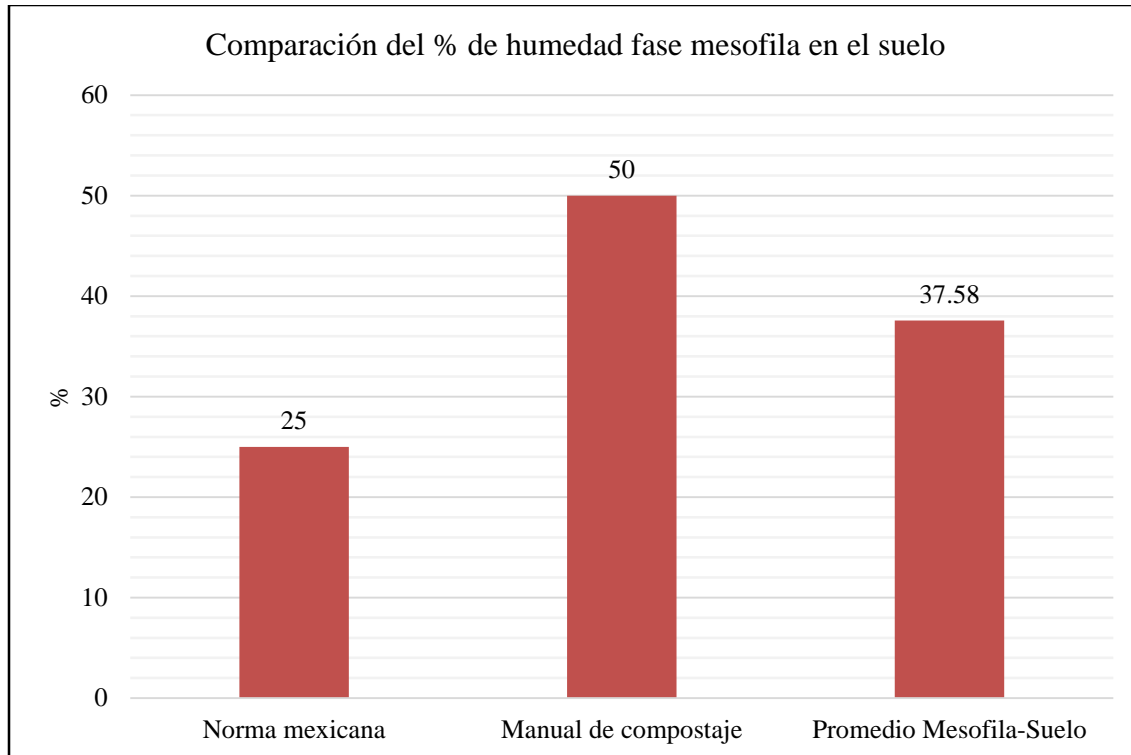


Figura 36: Humedad en la fase mesófila del sistema en suelo

4.1.1.2. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 25% y el Manual de Compostaje es de 50 % de humedad, por último el promedio termófila del suelo es de 37.58%; observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase Mesófila.

4.1.2. Humedad fase termófila

Tabla 21
Humedad fase termófila

Humedad																				
Fase termófila – suelo																				
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
06/09/2019	1	35	45	44	09/09/2019	35	45	40	12/09/2019	35	45	37	15/09/2019	35	45	38	18/09/2019	35	45	40
	2	35	45	42		35	45	43		35	45	41		35	45	37		35	45	41
	3	35	45	39		35	45	36		35	45	36		35	45	43		35	45	39
	4	35	45	38		35	45	42		35	45	43		35	45	42		35	45	38
	5	35	45	43		35	45	38		35	45	40		35	45	40		35	45	41
	6	35	45	37		35	45	39		35	45	41		35	45	44		35	45	44
	7	35	45	36		35	45	44		35	45	42		35	45	42		35	45	39
	8	35	45	41		35	45	37		35	45	38		35	45	36		35	45	40
	9	35	45	40		35	45	40		35	45	37		35	45	39		35	45	37
	10	35	45	43		35	45	41		35	45	44		35	45	41		35	45	43
	11	35	45	38		35	45	36		35	45	38		35	45	38		35	45	42
	12	35	45	36		35	45	44		35	45	36		35	45	36		35	45	37
	13	35	45	39		35	45	42		35	45	39		35	45	37		35	45	44
	14	35	45	37		35	45	38		35	45	42		35	45	40		35	45	41
	15	35	45	40		35	45	43		35	45	44		35	45	41		35	45	39
	16	35	45	41		35	45	39		35	45	43		35	45	37		35	45	38
	Promedio			39.6		Promedio		40.1		Promedio		40.1		Promedio		39.9		Promedio		40.2

Humedad																	
Fase termófila																	
			22/09/2019			26/09/2019			30/09/2019			02/10/2019			04/10/2019		
Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
35	45	41	35	45	39	35	45	42	35	45	43	35	45	37	35	45	40
35	45	38	35	45	40	35	45	43	35	45	42	35	45	42	35	45	37
35	45	42	35	45	36	35	45	44	35	45	41	35	45	41	35	45	39
35	45	38	35	45	44	35	45	36	35	45	37	35	45	37	35	45	43
35	45	36	35	45	37	35	45	38	35	45	40	35	45	40	35	45	38
35	45	42	35	45	43	35	45	40	35	45	40	35	45	43	35	45	36
35	45	43	35	45	39	35	45	39	35	45	39	35	45	39	35	45	40
35	45	37	35	45	38	35	45	41	35	45	41	35	45	36	35	45	39
35	45	44	35	45	43	35	45	41	35	45	41	35	45	44	35	45	41
35	45	41	35	45	42	35	45	43	35	45	43	35	45	38	35	45	42
35	45	39	35	45	36	35	45	37	35	45	37	35	45	44	35	45	44
35	45	40	35	45	40	35	45	42	35	45	42	35	45	36	35	45	43
35	45	42	35	45	44	35	45	39	35	45	39	35	45	42	35	45	37
35	45	36	35	45	37	35	45	40	35	45	40	35	45	37	35	45	38
35	45	40	35	45	41	35	45	36	35	45	36	35	45	41	35	45	39
35	45	43	35	45	44	35	45	38	35	45	38	35	45	40	35	45	43
Promedio		40.1	Promedio		40.2	Promedio		39.9	Promedio		39.8	Promedio		39.8	Promedio		39.9

Humedad									
Fase termófila									
	07/10/2019			10/10/2019			14/10/2019		
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	35	45	42	35	45	39	35	45	37
	35	45	41	35	45	40	35	45	36
	35	45	36	35	45	41	35	45	44
	35	45	44	35	45	38	35	45	43
	35	45	38	35	45	39	35	45	42
	35	45	43	35	45	41	35	45	41
	35	45	38	35	45	44	35	45	39
	35	45	39	35	45	38	35	45	40
	35	45	44	35	45	36	35	45	37
	35	45	40	35	45	40	35	45	43
	35	45	42	35	45	42	35	45	44
	35	45	41	35	45	37	35	45	42
	35	45	36	35	45	39	35	45	36
	35	45	37	35	45	37	35	45	38
	35	45	41	35	45	36	35	45	38
	35	45	42	35	45	40	35	45	43
	Promedio		40.3	Promedio		39.2	Promedio		40.2

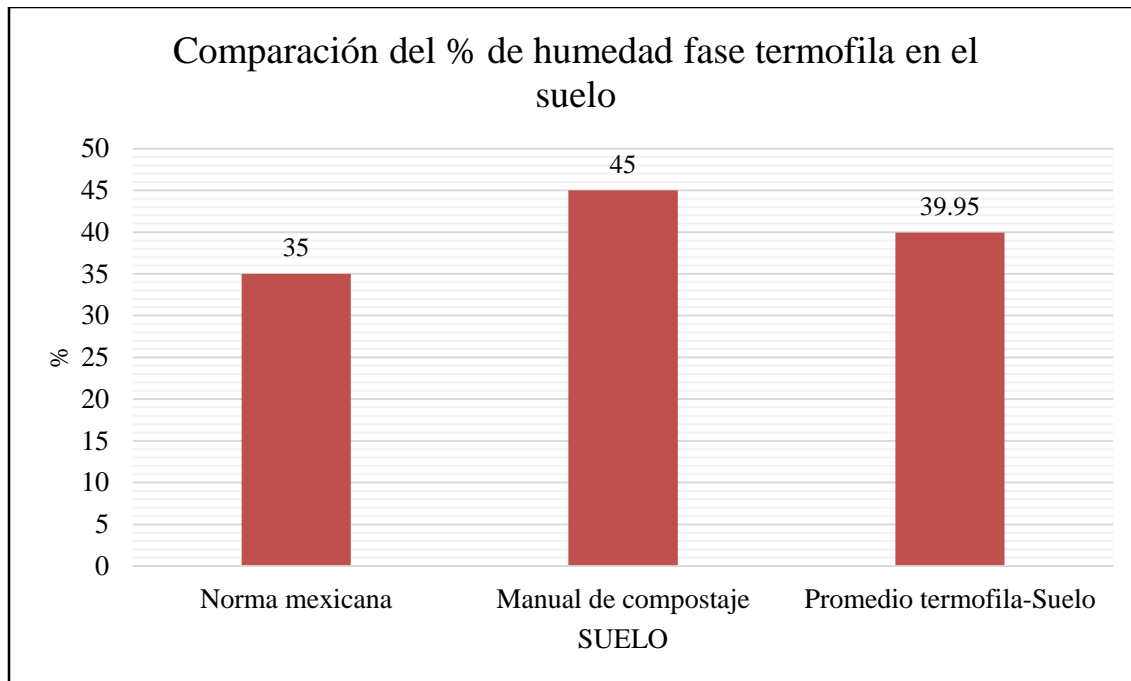


Figura 37: Humedad en la fase del sistema en suelo

4.1.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35% y el Manual de Compostaje es de 45% de la humedad, por último el promedio termófila del suelo es de 39.95%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase termófila.

4.1.2.2. Humedad fase de enfriamiento o mesófila II

Tabla 22

Humedad fase enfriamiento o mesófila II

Humedad																
Fase Enfriamiento o Mesófila II-Suelo																
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost		Norma Mexicana	Manual de compostaje		Norma Mexicana	Manual de compostaje		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		
21/10/2019	1	35	40	38	24/10/2019	35	40	39	27/10/2019	35	40	36	30/10/2019	35	40	38
	2	35	40	37		35	40	37		35	40	37		35	40	39
	3	35	40	36		35	40	38		35	40	39		35	40	37
	4	35	40	39		35	40	36		35	40	38		35	40	36
	5	35	40	39		35	40	36		35	40	37		35	40	38
	6	35	40	37		35	40	38		35	40	36		35	40	36
	7	35	40	38		35	40	39		35	40	37		35	40	37
	8	35	40	36		35	40	37		35	40	39		35	40	38
	9	35	40	38		35	40	37		35	40	36		35	40	39
	10	35	40	36		35	40	36		35	40	37		35	40	36
	11	35	40	37		35	40	38		35	40	39		35	40	38
	12	35	40	39		35	40	39		35	40	38		35	40	39
	13	35	40	37		35	40	37		35	40	36		35	40	37
	14	35	40	36		35	40	36		35	40	38		35	40	38
	15	35	40	38		35	40	39		35	40	37		35	40	36
	16	35	40	39		35	40	38		35	40	39		35	40	39
	Promedio			37.5		Promedio	37.5		Promedio	37.4		Promedio	37.6			

Humedad

Fase Enfriamiento o Mesófila II-Suelo

	02/11/2019			05/11/2019			08/11/2019			11/11/2019		
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	35	40	38	35	40	37	35	40	36	35	40	38
	35	40	36	35	40	36	35	40	38	35	40	36
	35	40	39	35	40	39	35	40	37	35	40	37
	35	40	37	35	40	38	35	40	39	35	40	39
	35	40	38	35	40	36	35	40	38	35	40	39
	35	40	39	35	40	37	35	40	36	35	40	36
	35	40	36	35	40	39	35	40	39	35	40	37
	35	40	37	35	40	38	35	40	37	35	40	38
	35	40	36	35	40	37	35	40	36	35	40	36
	35	40	39	35	40	39	35	40	37	35	40	38
	35	40	37	35	40	38	35	40	38	35	40	39
	35	40	38	35	40	36	35	40	39	35	40	37
	35	40	39	35	40	38	35	40	39	35	40	38
	35	40	37	35	40	39	35	40	37	35	40	37
	35	40	36	35	40	36	35	40	36	35	40	39
	35	40	37	35	40	37	35	40	38	35	40	36
Promedio			37.4	Promedio		37.5	Promedio		37.5	Promedio		37.5

Humedad

Fase Enfriamiento o Mesófila II-Suelo

	14/11/2019			18/11/2019			22/11/2019		
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	35	40	39	35	40	37	35	40	38
	35	40	38	35	40	39	35	40	36
	35	40	36	35	40	36	35	40	37
	35	40	37	35	40	38	35	40	38
	35	40	36	35	40	39	35	40	38
	35	40	39	35	40	37	35	40	37
	35	40	38	35	40	38	35	40	36
	35	40	37	35	40	36	35	40	39
	35	40	36	35	40	37	35	40	39
	35	40	39	35	40	38	35	40	38
	35	40	39	35	40	36	35	40	36
	35	40	36	35	40	39	35	40	37
	35	40	38	35	40	37	35	40	38
	35	40	37	35	40	39	35	40	39
	35	40	36	35	40	38	35	40	36
	35	40	38	35	40	36	35	40	38
Promedio			37.4	Promedio		37.5	Promedio		37.5

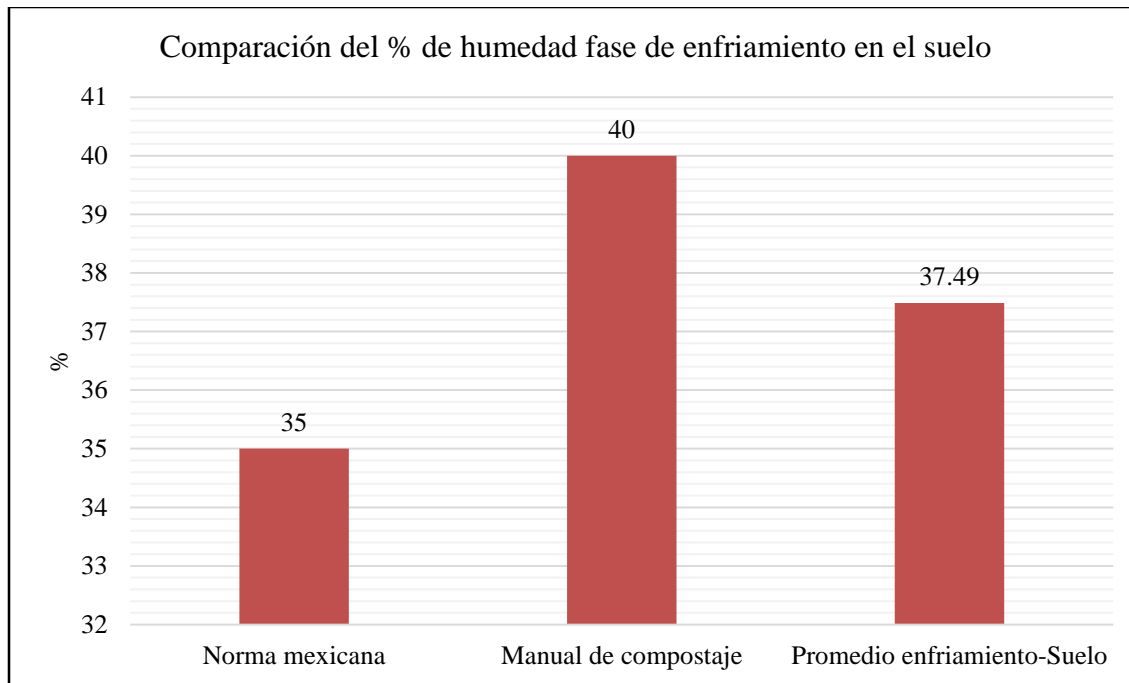


Figura 38: Humedad en la fase de enfriamiento del sistema en suelo

4.1.2.3. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35% y el Manual de Compostaje es de 40% de humedad, por último el promedio de enfriamiento del suelo es de 37.49%, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase de enfriamiento.

4.1.2.4. Humedad en la fase de maduración

Tabla 23
Humedad fase de maduración

		Humedad											
		Fase Maduración - Suelo											
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost	16/12/2019			19/12/2019			23/12/2019		
					Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
13/12/2019	1	45	30	39	45	30	34	45	30	39	45	30	32
	2	45	30	36	45	30	39	45	30	34	45	30	37
	3	45	30	38	45	30	32	45	30	40	45	30	33
	4	45	30	44	45	30	44	45	30	38	45	30	31
	5	45	30	32	45	30	35	45	30	42	45	30	38
	6	45	30	31	45	30	41	45	30	41	45	30	42
	7	45	30	41	45	30	36	45	30	31	45	30	40
	8	45	30	43	45	30	40	45	30	38	45	30	35
	9	45	30	40	45	30	33	45	30	43	45	30	42
	10	45	30	43	45	30	37	45	30	36	45	30	33
	11	45	30	42	45	30	43	45	30	44	45	30	40
	12	45	30	33	45	30	39	45	30	34	45	30	42
	13	45	30	31	45	30	37	45	30	42	45	30	36
	14	45	30	41	45	30	42	45	30	37	45	30	44
	15	45	30	36	45	30	46	45	30	38	45	30	31
	16	45	30	35	45	30	49	45	30	33	45	30	33
	Promedio			37.8	Promedio		39.2	Promedio		38.1	Promedio		36.8

Humedad

Fase Maduración - Suelo

	26/12/2019			30/12/2019			03/01/2020			06/01/2020			10/01/2020		
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	45	30	42	45	30	31	45	30	37	45	30	32	45	30	39
	45	30	33	45	30	44	45	30	33	45	30	35	45	30	44
	45	30	34	45	30	39	45	30	38	45	30	38	45	30	33
	45	30	41	45	30	43	45	30	36	45	30	40	45	30	31
	45	30	36	45	30	41	45	30	31	45	30	31	45	30	41
	45	30	38	45	30	37	45	30	34	45	30	42	45	30	37
	45	30	36	45	30	32	45	30	44	45	30	33	45	30	43
	45	30	40	45	30	36	45	30	39	45	30	32	45	30	34
	45	30	44	45	30	33	45	30	41	45	30	37	45	30	40
	45	30	37	45	30	40	45	30	35	45	30	31	45	30	36
	45	30	31	45	30	35	45	30	40	45	30	35	45	30	32
	45	30	39	45	30	33	45	30	35	45	30	41	45	30	36
	45	30	43	45	30	32	45	30	33	45	30	44	45	30	35
	45	30	41	45	30	41	45	30	32	45	30	42	45	30	31
	45	30	32	45	30	43	45	30	38	45	30	31	45	30	40
	45	30	35	45	30	37	45	30	40	45	30	38	45	30	37
Promedio			37.6	Promedio		37.3	Promedio		36.6	Promedio		36.4	Promedio		36.8

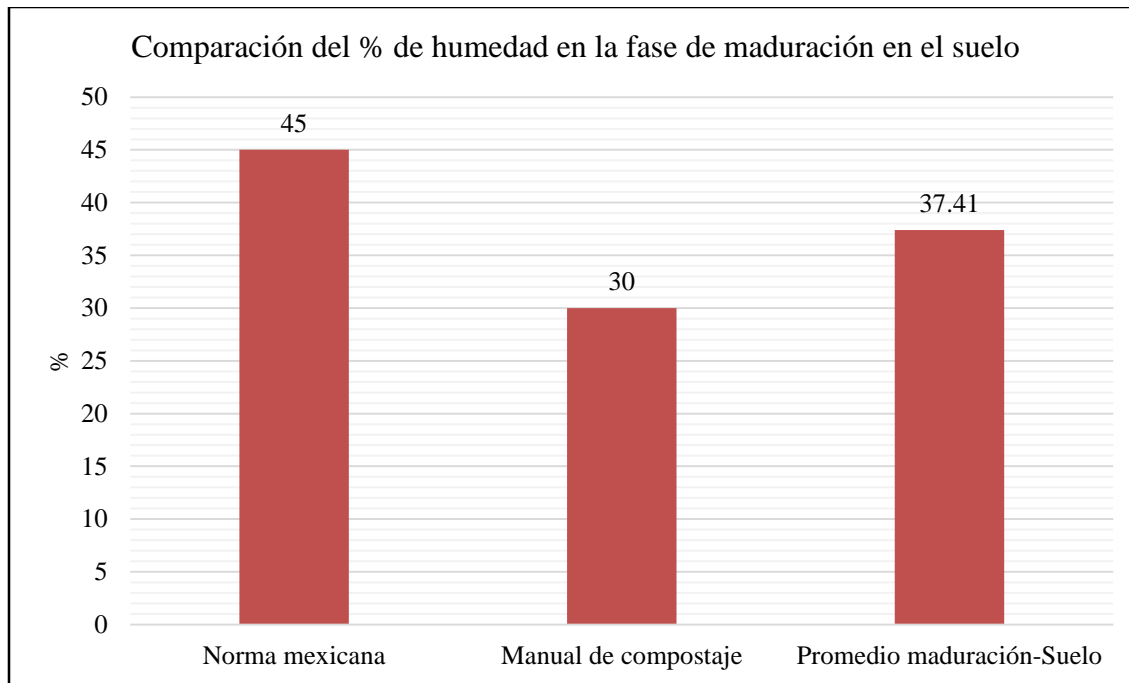


Figura 39: Humedad en la fase maduración del sistema en suelo

4.1.2.5. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 45% y el Manual de Compostaje es de 30% de humedad, por último el promedio maduración del suelo es de 37.41%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en la fase maduración.

4.2. Temperatura – suelo

4.2.1. Temperatura en la fase mesófila

Tabla 24
Temperatura fase mesófila

T° Fase mesófila - Suelo																					
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor						
22/08/2019	25	60	19.6	23/08/2019	25	60	21.5	26/08/2019	25	60	22	27/08/2019	25	60	25.6						
	25	60	19.8		25	60	21.4		25	60	25.9		25	60	30.9						
	25	60	19.4		25	60	20.8		25	60	22.3		25	60	30.7						
	25	60	20.8		25	60	20.9		25	60	22.1		25	60	29.6						
	25	60	19.3		25	60	21.8		25	60	22.8		25	60	29.5						
	25	60	18.6		25	60	21.4		25	60	22.2		25	60	30.2						
	25	60	19.4		25	60	21.7		25	60	23.9		25	60	29.4						
	25	60	19.7		25	60	20.4		25	60	23.6		25	60	27	25	60	30.6			
	25	60	20.3		25	60	20.7		25	60	22.3		25	60	26.9	25	60	29.9			
	25	60	17.2		25	60	21.9		25	60	22.5		25	60	26.5	25	60	30.8			
23/08/2019	25	60	19.1	26/08/2019	25	60	21.2	27/08/2019	25	60	21.9	28/08/2019	25	60	26.1						
	25	60	19.6		25	60	20.8		25	60	21.2		25	60	26.3	25	60	29.7			
	25	60	20.4		25	60	20.2		25	60	22.7		25	60	28.3	25	60	29.3			
	25	60	19.5		25	60	21.8		25	60	22.9		25	60	25.6	25	60	29.5			
	25	60	17.3		25	60	20.2		25	60	21.9		25	60	25.4	25	60	29.3			
	25	60	17.5		25	60	21.6		25	60	21.4		25	60	25.6	25	60	30.7			
																25	60	27.5	25	60	30.2
																25	60	25.7	25	60	30.4

T° Fase mesófila - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
29/08/2019	25	60	34.6	30/08/2019	25	60	36.8	02/09/2019	25	60	41.9	03/09/2019	25	60	43.5
	25	60	33.9		25	60	36.9		25	60	41.5		25	60	43.8
	25	60	32.3		25	60	37.4		25	60	40.6		25	60	45.2
	25	60	32.8		25	60	38.2		25	60	40.8		25	60	45.6
	25	60	34.2		25	60	35.1		25	60	39.9		25	60	44.9
	25	60	31.9		25	60	38.6		25	60	39.5		25	60	42.8
	25	60	31.6		25	60	36.7		25	60	40.2		25	60	42.2
	25	60	32.5		25	60	37.3		25	60	41.7		25	60	44.5
	25	60	32.2		25	60	35.2		25	60	39.1		25	60	43.9
	25	60	34.3		25	60	35.5		25	60	39.8		25	60	43.6
	25	60	33.7		25	60	38.6		25	60	40.6		25	60	45.1
	25	60	33.9		25	60	37.2		25	60	41.8		25	60	45.3
	25	60	31.4		25	60	38.3		25	60	39.9		25	60	44.6
	25	60	32.8		25	60	38.9		25	60	40.6		25	60	43.4
	25	60	31.7		25	60	35.4		25	60	41.2		25	60	42.7
	25	60	34.1		25	60	36		25	60	40.3		25	60	42.8

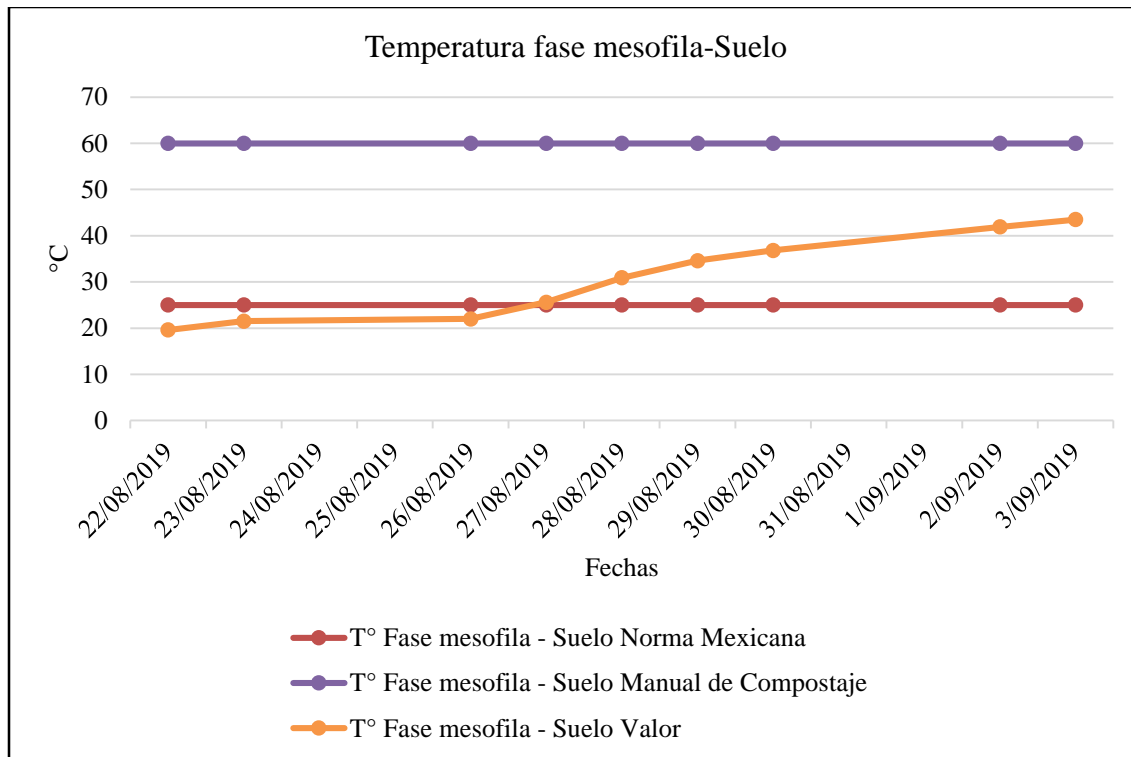


Figura 40: Temperatura en la fase mesófila del sistema en suelo

4.2.1.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 25°C y el Manual de Compostaje es de 60°C de temperatura, por último el promedio Mesófila del suelo es de 30.43°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase Mesófila.

4.2.2. Temperatura fase termófila

Tabla 25
Temperatura fase termofílica

T° Fase Termofílica - Suelo																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
06/09/2019	35	45	43.2	09/09/2019	35	45	41.9	12/09/2019	35	45	42.8	15/09/2019	35	45	47.5	18/09/2019	35	45	45.2
	35	45	44.5		35	45	41.5		35	45	42.3		35	45	47.9		35	45	45.4
	35	45	44.9		35	45	41.5		35	45	42.6		35	45	48.5		35	45	45.5
	35	45	43.8		35	45	41.4		35	45	42.9		35	45	48.2		35	45	45.8
	35	45	45.1		35	45	41.3		35	45	42.4		35	45	48.7		35	45	45.9
	35	45	45.6		35	45	41.2		35	45	42.3		35	45	47.5		35	45	46.1
	35	45	45.7		35	45	40.8		35	45	42.5		35	45	48.3		35	45	46.1
	35	45	43.4		35	45	40.6		35	45	41.8		35	45	48.2		35	45	46.3
	35	45	43.6		35	45	40.5		35	45	41.6		35	45	48.1		35	45	46.5
	35	45	44.9		35	45	40.2		35	45	41.5		35	45	47.2		35	45	46.9
	35	45	44.7		35	45	40.7		35	45	41.9		35	45	47.8		35	45	47.1
	35	45	44.5		35	45	40.6		35	45	41.6		35	45	47.6		35	45	47.2
35	45	44.6	35	45	40.9	35	45	41.4	35	45	48.3	35	45	47.3					
35	45	45.7	35	45	40.3	35	45	41.1	35	45	47.1	35	45	47.5					
35	45	44.4	35	45	40.2	35	45	41.2	35	45	48.6	35	45	47.6					
35	45	45.6	35	45	40.1	35	45	41.5	35	45	47.5	35	45	47.8					

T° Fase termofílica - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
	35	45	49.6		35	45	47.7		35	45	51.2		35	45	55.0		35	45	56.1
	35	45	49.2		35	45	48.2		35	45	51.3		35	45	55.1		35	45	56.2
	35	45	49.3		35	45	48.3		35	45	51.4		35	45	55.3		35	45	56.2
	35	45	49.4		35	45	48.3		35	45	51.5		35	45	55.4		35	45	56.3
	35	45	49.3		35	45	48.5		35	45	51.7		35	45	55.4		35	45	56.4
	35	45	49.5		35	45	48.6		35	45	51.8		35	45	55.6		35	45	56.4
22/09/2019	35	45	49.8	26/09/2019	35	45	48.6	30/09/2019	35	45	51.9	02/10/2019	35	45	55.7	04/10/2019	35	45	56.4
	35	45	49.3		35	45	48.6		35	45	52.2		35	45	55.8		35	45	56.6
	35	45	49.1		35	45	48.7		35	45	52.6		35	45	55.8		35	45	56.7
	35	45	49.8		35	45	48.9		35	45	52.3		35	45	55.9		35	45	56.9
	35	45	50.1		35	45	49.1		35	45	52.4		35	45	56.2		35	45	57.2
	35	45	50.2		35	45	49.2		35	45	52.9		35	45	56.2		35	45	57.4
	35	45	50.4		35	45	49.4		35	45	52.7		35	45	56.2		35	45	57.6
	35	45	50.6		35	45	49.5		35	45	52.6		35	45	56.3		35	45	57.8
	35	45	50.5		35	45	49.6		35	45	52.4		35	45	56.3		35	45	57.8
	35	45	50.7		35	45	49.7		35	45	52.1		35	45	56.4		35	45	57.9

T° Fase termofílica - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
07/10/2019	35	45	58.9	10/10/2019	35	45	58.7	14/10/2019	35	45	60.5
	35	45	58.8		35	45	59.4		35	45	61.3
	35	45	58.7		35	45	59.6		35	45	60.4
	35	45	58.6		35	45	59.5		35	45	60.7
	35	45	58.6		35	45	59.3		35	45	61
	35	45	58.3		35	45	59.4		35	45	61.5
	35	45	58.2		35	45	59.1		35	45	62.6
	35	45	58.2		35	45	59.6		35	45	60.4
	35	45	58.2		35	45	59.8		35	45	62.2
	35	45	58.1		35	45	58.7		35	45	62.8
	35	45	57.9		35	45	60.1		35	45	60.2
	35	45	57.9		35	45	60.2		35	45	61.4
	35	45	57.4		35	45	60.4		35	45	62.3
	35	45	57.4		35	45	58.5		35	45	62.7
	35	45	57.3		35	45	60.5		35	45	60.8
35	45	57.1	35	45	58.6	35	45	61.4			

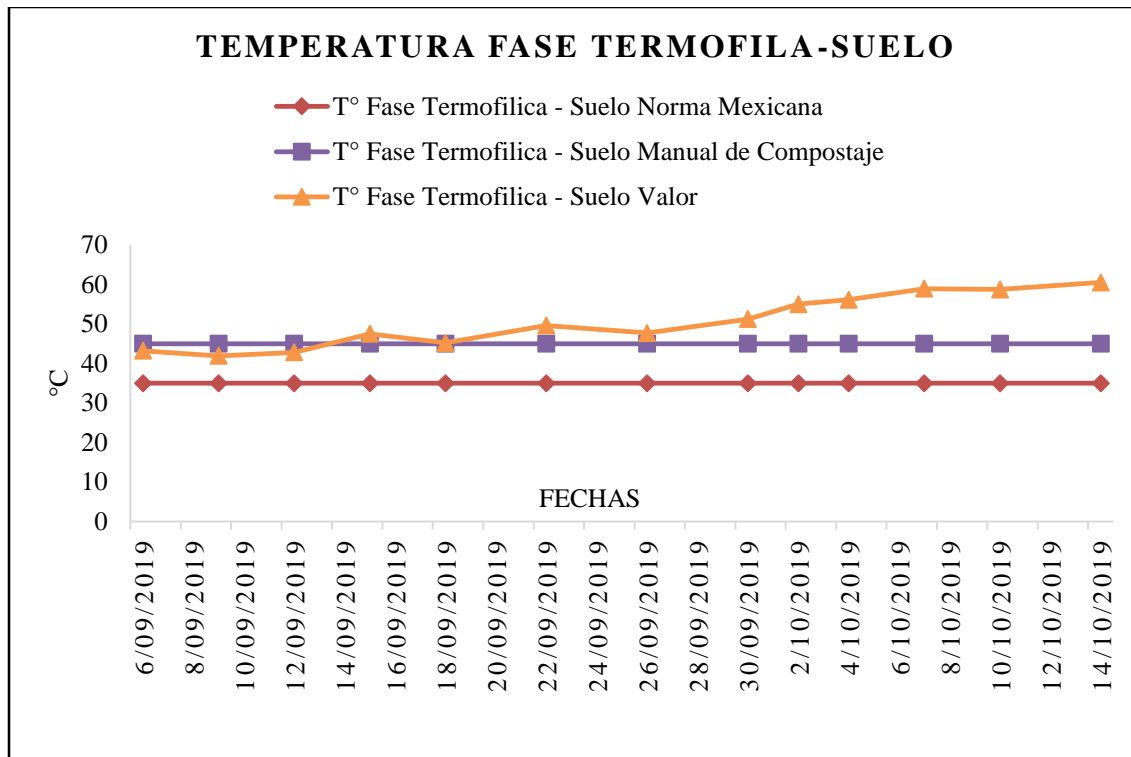


Figura 41: Temperatura en la fase termofílica del sistema suelo

4.2.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35°C y el Manual de Compostaje es de 45°C de temperatura, por último el promedio termofílica del suelo es de 51.09°C, observando la gráfica se puede decir que supero el manual de compostaje y la norma mexicana en la fase termofílica.

4.2.3. Temperatura en la fase de enfriamiento

Tabla 26

Temperatura fase de enfriamiento o mesófila

T° Fase Mesófila II - Suelo															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	
		Valor	Valor			Valor	Valor			Valor	Valor				
21/10/2019	20	45	31.9	24/10/2019	20	45	33.8	27/10/2019	20	45	22.3	30/10/2019	20	45	31.9
	20	45	31.8		20	45	33.2		20	45	23.9		20	45	31.4
	20	45	31.5		20	45	33.6		20	45	22.4		20	45	31.7
	20	45	31.6		20	45	33.4		20	45	23.5		20	45	31.3
	20	45	31.5		20	45	33.8		20	45	23.1		20	45	31.5
	20	45	31.7		20	45	32.9		20	45	23.3		20	45	31.9
	20	45	31.2		20	45	32.8		20	45	22.7		20	45	31.2
	20	45	30.8		20	45	32.6		20	45	22.9		20	45	30.8
	20	45	30.1		20	45	32.3		20	45	23.6		20	45	30.3
	20	45	30.9		20	45	32.5		20	45	23.4		20	45	30.6
20	45	30.5	20	45	32.1	20	45	22.5	20	45	30.5				
20	45	30.2	20	45	32.5	20	45	23.6	20	45	30.1				
20	45	30.6	20	45	32.7	20	45	22.8	20	45	30.4				
20	45	30.3	20	45	32.9	20	45	22.9	20	45	30.3				
20	45	30.9	20	45	32.3	20	45	23.7	20	45	30.6				
20	45	30.1	20	45	32.1	20	45	23.2	20	45	30.8				

T° Fase Mesófila II - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
02/11/2019	20	45	26.2	05/11/2019	20	45	34.1	08/11/2019	20	45	39.8	11/11/2019	20	45	33.2
	20	45	26.4		20	45	34.9		20	45	39.6		20	45	33.5
	20	45	26.7		20	45	34.4		20	45	39.7		20	45	33.8
	20	45	27.8		20	45	34.2		20	45	38.5		20	45	34.5
	20	45	27.4		20	45	34.5		20	45	38.4		20	45	34.6
	20	45	27.5		20	45	34.7		20	45	39.2		20	45	34.7
	20	45	27.8		20	45	34.9		20	45	39.1		20	45	33.3
	20	45	26.4		20	45	35.0		20	45	38.7		20	45	33.4
	20	45	26.9		20	45	35.2		20	45	38.3		20	45	34.9
	20	45	26.3		20	45	35.2		20	45	38.6		20	45	33.2
	20	45	26.4		20	45	35.8		20	45	39.3		20	45	34.1
	20	45	27.6		20	45	35.3		20	45	38.7		20	45	33.6
	20	45	27.4		20	45	35.6		20	45	38.2		20	45	33.7
	20	45	27.5		20	45	35.1		20	45	38.8		20	45	33.9
	20	45	26.2		20	45	35.7		20	45	38.9		20	45	33.1
	20	45	26.8		20	45	35.2		20	45	39.0		20	45	33.0

T° Fase Mesófila II - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
14/11/2019	20	45	32.1	18/11/2019	20	45	36.1	22/11/2019	20	45	37.1
	20	45	32.5		20	45	36.6		20	45	37.8
	20	45	32.6		20	45	35.4		20	45	37.5
	20	45	31.4		20	45	35.9		20	45	38.9
	20	45	31.2		20	45	36.7		20	45	38.6

20	45	32.7	20	45	35.3	20	45	38.3
20	45	31.5	20	45	35.0	20	45	37.4
20	45	32.3	20	45	36.8	20	45	37.2
20	45	31.5	20	45	36.5	20	45	38.7
20	45	32.8	20	45	35.2	20	45	38.3
20	45	31.2	20	45	35.8	20	45	38.1
20	45	32.9	20	45	36.4	20	45	37.4
20	45	31.3	20	45	36.7	20	45	37.9
20	45	31.4	20	45	36.1	20	45	37.5
20	45	31.6	20	45	35.6	20	45	37.2
20	45	31.9	20	45	35.8	20	45	38.6

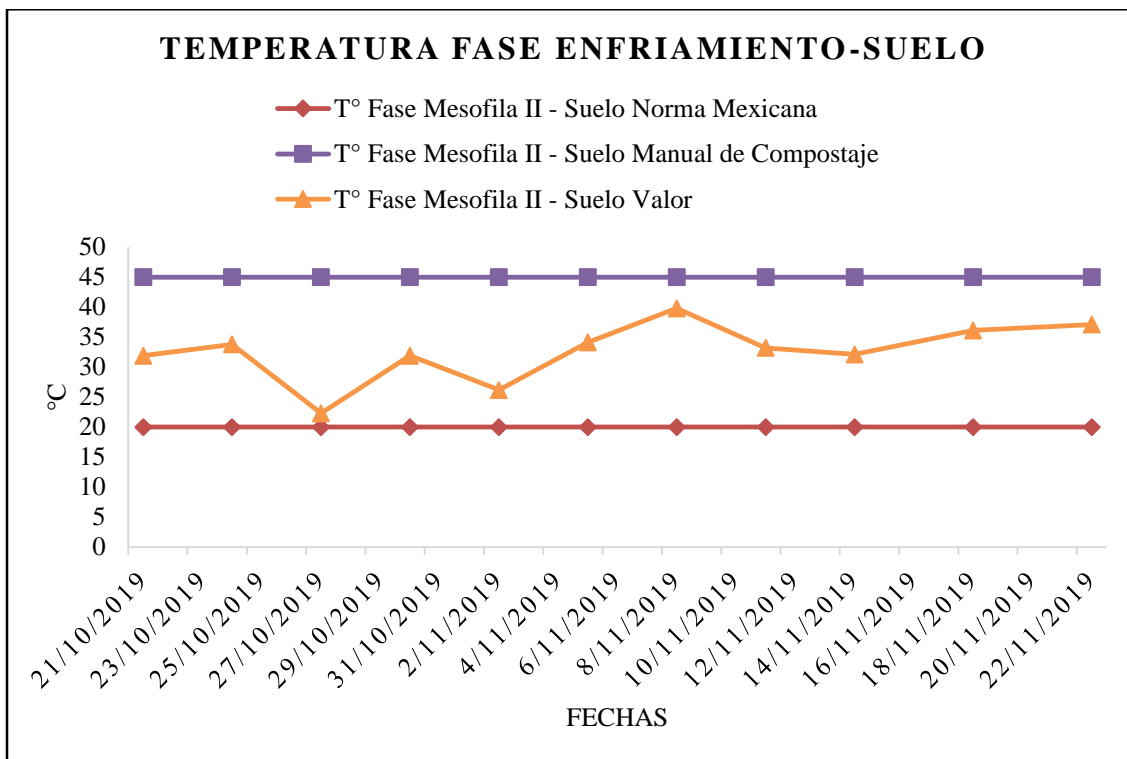


Figura 42: Temperatura en la fase enfriamiento del sistema suelo

4.2.3.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana son de 20°C y el Manual de Compostaje es de 45°C de

temperatura, por último, el promedio enfriamiento del suelo es de 32.57°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje, pero supero la norma mexicana en la fase enfriamiento.

4.2.4. Temperatura de fase de madurez

Tabla 27
Temperatura fase de madurez.

T° Fase Madurez- Suelo															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
13/12/2019	30	20.8	17.5	16/12/2019	30	19.2	22.4	19/12/2019	30	21.5	21.5	23/12/2019	30	22.1	24.6
	30	20.8	17.8		30	19.2	22.6		30	21.5	21.9		30	22.1	24.8
	30	20.8	17.6		30	19.2	22.8		30	21.5	21.7		30	22.1	24.3
	30	20.8	18.4		30	19.2	23.5		30	21.5	21.6		30	22.1	26.1
	30	20.8	18.6		30	19.2	23.9		30	21.5	21.8		30	22.1	26.7
	30	20.8	18.9		30	19.2	23.6		30	21.5	22.4		30	22.1	26.9
	30	20.8	17.3		30	19.2	22.2		30	21.5	22.0		30	22.1	24.1
	30	20.8	17.2		30	19.2	22.9		30	21.5	22.5		30	22.1	26.5
	30	20.8	18.6		30	19.2	23.7		30	21.5	22.6		30	22.1	26.7
	30	20.8	18.1		30	19.2	22.1		30	21.5	22.4		30	22.1	24.2
30	20.8	17.5	30	19.2	23.6	30	21.5	22.3	30	22.1	24.9				
30	20.8	17.2	30	19.2	23.1	30	21.5	21.2	30	22.1	26.6				
30	20.8	17.7	30	19.2	23.3	30	21.5	21.4	30	22.1	26.3				
30	20.8	18.6	30	19.2	22.4	30	21.5	21.6	30	22.1	24.8				
30	20.8	18.2	30	19.2	22.3	30	21.5	22.8	30	22.1	24.2				
30	20.8	18.1	30	19.2	22.0	30	21.5	22.9	30	22.1	24.5				

T° Fase Madurez- Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
26/12/2019	30	20.7	21.7	30/12/2020	30	22.9	27.9	03/01/2020	30	22.1	22.1	06/01/2020	30	22	25.4	10/01/2020	30	22.7	20.5
	30	20.7	21.9		30	22.9	27.6		30	22.1	24.5		30	22	26.2		30	22.7	21.4
	30	20.7	20.5		30	22.9	27.4		30	22.1	24.7		30	22	25.3		30	22.7	20.3
	30	20.7	20.3		30	22.9	26.1		30	22.1	24.9		30	22	26.8		30	22.7	21.9
	30	20.7	21.4		30	22.9	26.5		30	22.1	22.3		30	22	25.4		30	22.7	21.8
	30	20.7	20.8		30	22.9	26.7		30	22.1	22.4		30	22	25.1		30	22.7	21.6
	30	20.7	20.9	30	22.9	28.1	30	22.1	22.6	30	22	25.0	30	22.7	21.7				
	30	20.7	20.6	30	22.9	28.6	30	22.1	24.8	30	22	26.5	30	22.7	21.2				
	30	20.7	21.7	30	22.9	28.7	30	22.1	24.5	30	22	26.4	30	22.7	20.5				
	30	20.7	21.3	30	22.9	26.3	30	22.1	22.3	30	22	25.3	30	22.7	21.1				
	30	20.7	21.2	30	22.9	27.9	30	22.1	24.6	30	22	26.2	30	22.7	20.7				
	30	20.7	20.1	30	22.9	27.4	30	22.1	24.9	30	22	26.1	30	22.7	20.8				
	30	20.7	21.9	30	22.9	27.2	30	22.1	24.7	30	22	26.7	30	22.7	21.9				
	30	20.7	21.6	30	22.9	28.9	30	22.1	24.5	30	22	26.6	30	22.7	21.7				
	30	20.7	21.4	30	22.9	28.7	30	22.1	22.5	30	22	26.2	30	22.7	21.4				
	30	20.7	21.0	30	22.9	26.3	30	22.1	22.9	30	22	26.9	30	22.7	21.6				

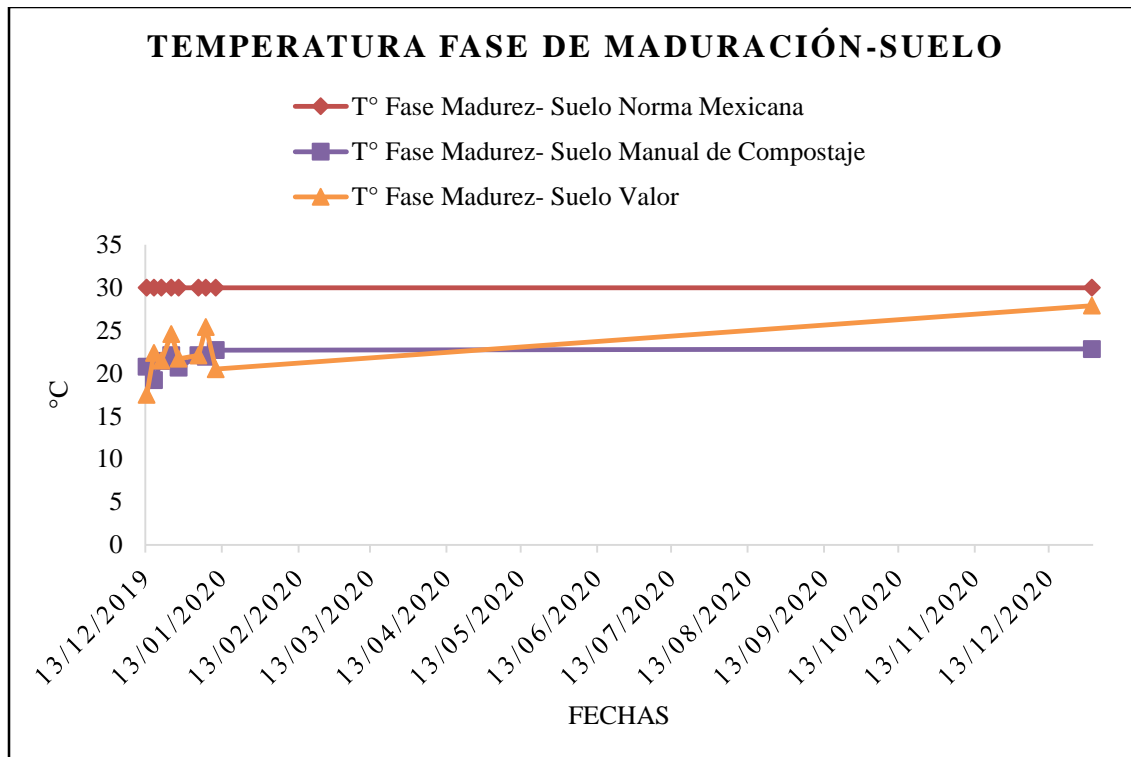


Figura 43: Temperatura en la fase maduración del sistema en suelo

4.2.4.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30°C y el Manual de Compostaje es de 22.85°C de temperatura, por último el promedio maduración del suelo es de 23.10°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la norma mexicana pero supero el manual de compostaje en la fase maduración.

4.3. pH

4.3.1. pH fase mesófila

Tabla 28
pH fase mesófila

pH Fase mesófila - Suelo																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
	6.7	6.5	3.5		6.7	6.5	4.1		6.7	6.5	4.59		6.7	6.5	4.84		6.7	6.5	5.1
	6.7	6.5	3.53		6.7	6.5	4.2		6.7	6.5	4.52		6.7	6.5	4.76		6.7	6.5	5.12
	6.7	6.5	3.1		6.7	6.5	4.08		6.7	6.5	4.48		6.7	6.5	4.77		6.7	6.5	5.19
	6.7	6.5	3.66		6.7	6.5	4.15		6.7	6.5	4.9		6.7	6.5	4.84		6.7	6.5	5.22
	6.7	6.5	3.69		6.7	6.5	4.29		6.7	6.5	4.68		6.7	6.5	4.72		6.7	6.5	5.09
	6.7	6.5	3.9		6.7	6.5	4.38		6.7	6.5	4.72		6.7	6.5	4.89		6.7	6.5	5.14
22/08/2019	6.7	6.5	3.74	23/08/2019	6.7	6.5	4.18	26/08/2019	6.7	6.5	4.76	27/08/2019	6.7	6.5	4.82	28/08/2019	6.7	6.5	5.19
	6.7	6.5	3.62		6.7	6.5	4.49		6.7	6.5	4.55		6.7	6.5	4.95		6.7	6.5	5.24
	6.7	6.5	3.89		6.7	6.5	4.31		6.7	6.5	4.63		6.7	6.5	4.98		6.7	6.5	5.28
	6.7	6.5	3.87		6.7	6.5	4.42		6.7	6.5	4.58		6.7	6.5	4.93		6.7	6.5	5.3
	6.7	6.5	3.8		6.7	6.5	4.38		6.7	6.5	4.55		6.7	6.5	4.97		6.7	6.5	5.21
	6.7	6.5	3.92		6.7	6.5	4.49		6.7	6.5	4.62		6.7	6.5	4.95		6.7	6.5	5.24
	6.7	6.5	3.98		6.7	6.5	4.55		6.7	6.5	4.64		6.7	6.5	4.92		6.7	6.5	5.28
	6.7	6.5	3.82		6.7	6.5	4.42		6.7	6.5	4.55		6.7	6.5	4.82		6.7	6.5	5.14
	6.7	6.5	3.97		6.7	6.5	4.47		6.7	6.5	4.52		6.7	6.5	4.79		6.7	6.5	5.24
	6.7	6.5	3.81		6.7	6.5	4.36		6.7	6.5	4.92		6.7	6.5	4.77		6.7	6.5	5.29

pH Fase mesófila - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
	6.7	6.5	5.59		6.7	6.5	5.72		6.7	6.5	5.81		6.7	6.5	4.35
	6.7	6.5	5.48		6.7	6.5	5.68		6.7	6.5	5		6.7	6.5	4.38
	6.7	6.5	5.46		6.7	6.5	5.56		6.7	6.5	5.94		6.7	6.5	4.52
	6.7	6.5	5.51		6.7	6.5	5.62		6.7	6.5	6.54		6.7	6.5	4.56
	6.7	6.5	5.53		6.7	6.5	5.79		6.7	6.5	5.44		6.7	6.5	4.49
	6.7	6.5	5.49		6.7	6.5	5.71		6.7	6.5	5.32		6.7	6.5	4.28
29/08/2019	6.7	6.5	5.59	30/08/2019	6.7	6.5	5.76	02/09/2019	6.7	6.5	5.49	03/09/2019	6.7	6.5	4.22
	6.7	6.5	5.55		6.7	6.5	5.84		6.7	6.5	5.23		6.7	6.5	4.45
	6.7	6.5	5.63		6.7	6.5	5.8		6.7	6.5	5.97		6.7	6.5	4.39
	6.7	6.5	5.47		6.7	6.5	5.67		6.7	6.5	5.75		6.7	6.5	4.36
	6.7	6.5	5.66		6.7	6.5	5.43		6.7	6.5	5.87		6.7	6.5	4.51
	6.7	6.5	5.45		6.7	6.5	5.59		6.7	6.5	5.91		6.7	6.5	4.53
	6.7	6.5	5.36		6.7	6.5	5.68		6.7	6.5	5.96		6.7	6.5	4.46
	6.7	6.5	5.34		6.7	6.5	5.55		6.7	6.5	5.75		6.7	6.5	4.34
	6.7	6.5	5.39		6.7	6.5	5.78		6.7	6.5	5.89		6.7	6.5	4.27
	6.7	6.5	5.42		6.7	6.5	5.63		6.7	6.5	5.85		6.7	6.5	4.28

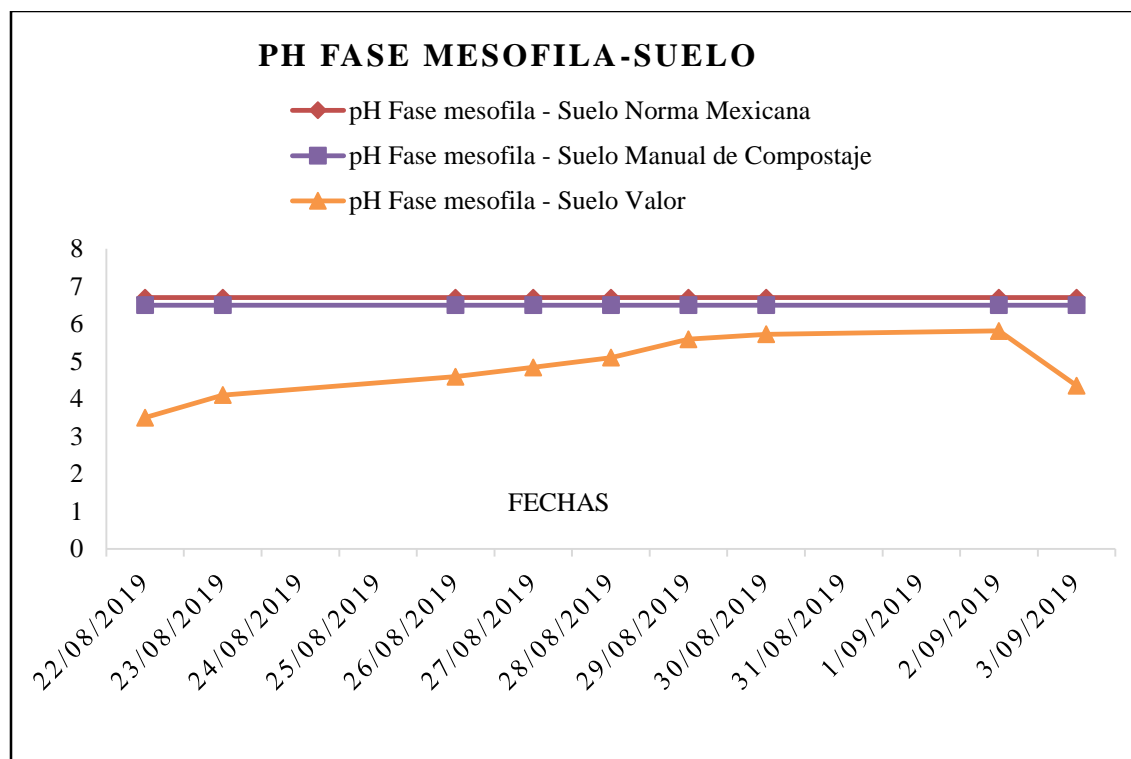


Figura 44: pH en la fase mesófila del sistema en suelo

4.3.1.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 6.7 y el Manual de Compostaje es de 6.5 de pH, por último el promedio Mesófila del suelo es de 4.89, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la norma mexicana y del manual de compostaje en la fase Mesófila.

4.3.2. pH fase termofílica

Tabla 29
pH fase termofílica

pH Fase termofílica - suelo																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
06/09/2019	7.2	6.0	7.29	09/09/2019	7.2	6.0	7.24	12/09/2019	7.2	6.0	7.60	15/09/2019	7.2	6.0	8.21	18/09/2019	7.2	6.0	8.36
	7.2	6.0	7.26		7.2	6.0	7.26		7.2	6.0	7.56		7.2	6.0	8.29		7.2	6.0	8.22
	7.2	6.0	7.24		7.2	6.0	7.28		7.2	6.0	7.59		7.2	6.0	8.38		7.2	6.0	8.26
	7.2	6.0	7.23		7.2	6.0	7.29		7.2	6.0	7.55		7.2	6.0	8.27		7.2	6.0	8.31
	7.2	6.0	7.22		7.2	6.0	7.36		7.2	6.0	7.54		7.2	6.0	8.32		7.2	6.0	8.33
	7.2	6.0	7.28		7.2	6.0	7.32		7.2	6.0	7.53		7.2	6.0	8.15		7.2	6.0	8.34
	7.2	6.0	7.16		7.2	6.0	7.36		7.2	6.0	7.52		7.2	6.0	8.24		7.2	6.0	8.24
	7.2	6.0	7.25		7.2	6.0	7.34		7.2	6.0	7.50		7.2	6.0	8.22		7.2	6.0	8.35
	7.2	6.0	7.14		7.2	6.0	7.41		7.2	6.0	7.69		7.2	6.0	8.33		7.2	6.0	8.36
	7.2	6.0	7.09		7.2	6.0	7.35		7.2	6.0	7.48		7.2	6.0	8.39		7.2	6.0	8.39
	7.2	6.0	7.12		7.2	6.0	7.48		7.2	6.0	7.37		7.2	6.0	8.27		7.2	6.0	8.14
	7.2	6.0	7.24		7.2	6.0	7.37		7.2	6.0	7.46		7.2	6.0	8.15		7.2	6.0	8.41
	7.2	6.0	7.11		7.2	6.0	7.39		7.2	6.0	7.45		7.2	6.0	8.14		7.2	6.0	8.43
	7.2	6.0	7.21		7.2	6.0	7.41		7.2	6.0	7.34		7.2	6.0	8.21		7.2	6.0	8.45
	7.2	6.0	7.07		7.2	6.0	7.45		7.2	6.0	7.41		7.2	6.0	8.07		7.2	6.0	8.40
	7.2	6.0	7.13		7.2	6.0	7.49		7.2	6.0	7.44		7.2	6.0	8.05		7.2	6.0	8.26

pH Fase termofílica - suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
22/09/2019	7.2	6.0	8.54	26/09/2019	7.2	6.0	7.58	30/09/2019	7.2	6.0	7.68	02/10/2019	7.2	6.0	8.62	04/10/2019	7.2	6.0	9.33
	7.2	6.0	8.69		7.2	6.0	7.62		7.2	6.0	7.98		7.2	6.0	8.46		7.2	6.0	9.18
	7.2	6.0	8.67		7.2	6.0	7.63		7.2	6.0	8.12		7.2	6.0	8.87		7.2	6.0	9.36
	7.2	6.0	8.68		7.2	6.0	7.60		7.2	6.0	8.13		7.2	6.0	8.95		7.2	6.0	9.38
	7.2	6.0	8.65		7.2	6.0	7.66		7.2	6.0	8.14		7.2	6.0	8.73		7.2	6.0	9.34
	7.2	6.0	8.57		7.2	6.0	7.69		7.2	6.0	8.17		7.2	6.0	8.94		7.2	6.0	9.41
	7.2	6.0	8.61		7.2	6.0	7.70		7.2	6.0	8.42		7.2	6.0	8.77		7.2	6.0	9.48
	7.2	6.0	8.57		7.2	6.0	7.71		7.2	6.0	8.31		7.2	6.0	8.71		7.2	6.0	9.45
	7.2	6.0	8.54		7.2	6.0	7.64		7.2	6.0	8.62		7.2	6.0	8.79		7.2	6.0	9.40
	7.2	6.0	8.63		7.2	6.0	7.52		7.2	6.0	8.21		7.2	6.0	8.82		7.2	6.0	9.49
	7.2	6.0	8.60		7.2	6.0	7.74		7.2	6.0	8.33		7.2	6.0	8.74		7.2	6.0	9.45
	7.2	6.0	8.52		7.2	6.0	7.57		7.2	6.0	8.51		7.2	6.0	8.86		7.2	6.0	9.32
	7.2	6.0	8.59		7.2	6.0	7.75		7.2	6.0	8.87		7.2	6.0	8.61		7.2	6.0	9.50
	7.2	6.0	8.50		7.2	6.0	7.54		7.2	6.0	8.67		7.2	6.0	8.94		7.2	6.0	9.47
	7.2	6.0	8.47		7.2	6.0	7.78		7.2	6.0	8.61		7.2	6.0	8.66		7.2	6.0	9.56
	7.2	6.0	8.42		7.2	6.0	7.65		7.2	6.0	8.54		7.2	6.0	8.98		7.2	6.0	9.59

pH Fase termofílica - suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
07/10/2019	7.2	6.0	9.29	10/10/2019	7.2	6.0	9.55	14/10/2019	7.2	6.0	9.86
	7.2	6.0	9.15		7.2	6.0	9.75		7.2	6.0	9.54
	7.2	6.0	9.20		7.2	6.0	9.78		7.2	6.0	9.63
	7.2	6.0	9.29		7.2	6.0	9.71		7.2	6.0	9.86
	7.2	6.0	9.24		7.2	6.0	9.79		7.2	6.0	9.55
	7.2	6.0	9.33		7.2	6.0	9.74		7.2	6.0	9.62
	7.2	6.0	9.22		7.2	6.0	9.53		7.2	6.0	9.64
	7.2	6.0	9.20		7.2	6.0	9.47		7.2	6.0	9.69
	7.2	6.0	9.11		7.2	6.0	9.62		7.2	6.0	9.53
	7.2	6.0	9.17		7.2	6.0	9.78		7.2	6.0	9.70
	7.2	6.0	9.16		7.2	6.0	9.80		7.2	6.0	9.75
	7.2	6.0	9.26		7.2	6.0	9.81		7.2	6.0	9.77
	7.2	6.0	9.15		7.2	6.0	9.82		7.2	6.0	9.67
	7.2	6.0	9.12		7.2	6.0	9.85		7.2	6.0	9.74
	7.2	6.0	9.11		7.2	6.0	9.88		7.2	6.0	9.62
7.2	6.0	9.10	7.2	6.0	9.89	7.2	6.0	9.77			

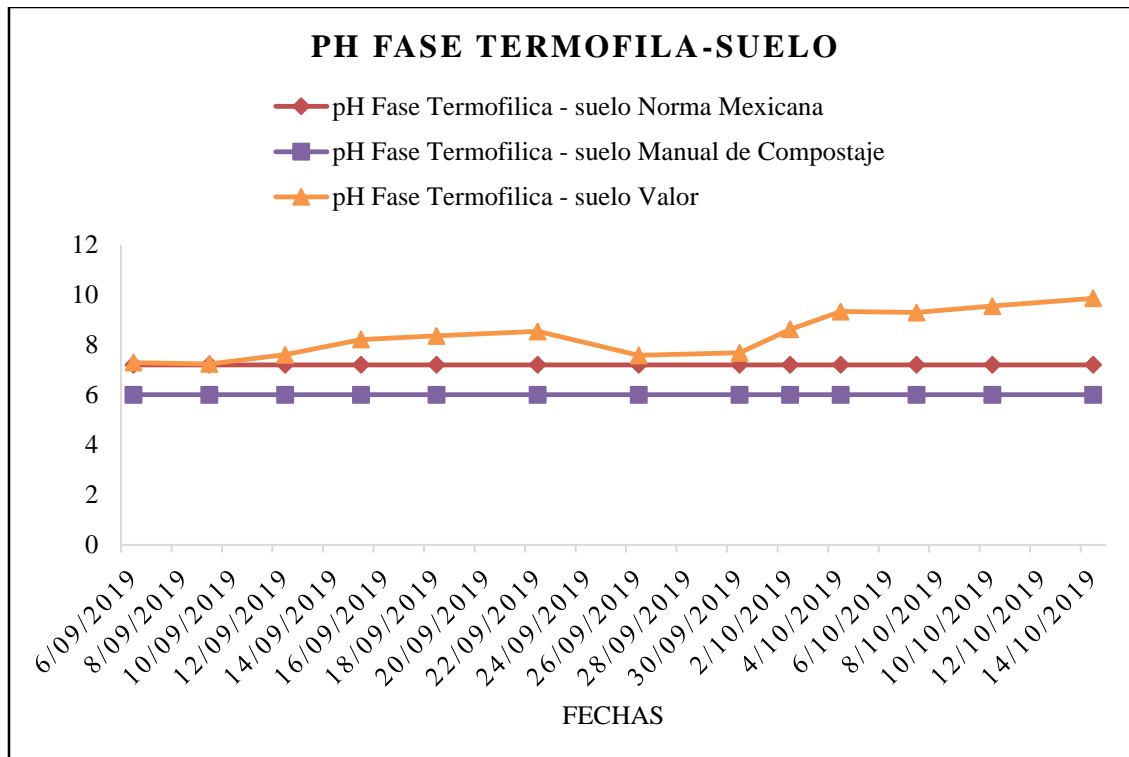


Figura 45: pH en la fase termofílica del sistema en suelo

4.3.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 7.2 y el Manual de Compostaje es de 6.0 de pH, por último el promedio termófila del suelo es de 8.46, observando la gráfica se puede decir que supero la norma mexicana y del manual de compostaje en la fase termófila.

4.3.3. pH fase de enfriamiento

Tabla 30
pH fase de enfriamiento

pH Fase Mesófila II - Suelo															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
	7.8	8.5	7.25		7.8	8.5	8.39		7.8	8.5	7.54		7.8	8.5	8.10
	7.8	8.5	7.10		7.8	8.5	8.26		7.8	8.5	7.49		7.8	8.5	8.25
	7.8	8.5	8.44		7.8	8.5	8.14		7.8	8.5	7.48		7.8	8.5	8.22
	7.8	8.5	8.45		7.8	8.5	8.51		7.8	8.5	7.45		7.8	8.5	8.26
	7.8	8.5	8.52		7.8	8.5	8.29		7.8	8.5	7.37		7.8	8.5	8.39
	7.8	8.5	8.40		7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.30		7.8	8.5	8.33
21/10/2019	7.8	8.5	7.09	24/10/2019	7.8	8.5	8.04	27/10/2019	7.8	8.5	7.21	30/10/2019	7.8	8.5	8.16
	7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.28		7.8	8.5	8.39
	7.8	8.5	8.11		7.8	8.5	8.26		7.8	8.5	7.16		7.8	8.5	8.44
	7.8	8.5	8.14		7.8	8.5	8.41		7.8	8.5	7.12		7.8	8.5	8.38
	7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	8.07		7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	8.35
	7.8	8.5	8.46		7.8	8.5	8.22		7.8	8.5	7.39		7.8	8.5	8.47
	7.8	8.5	7.14		7.8	8.5	8.25		7.8	8.5	7.21		7.8	8.5	8.40
	7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	8.11		7.8	8.5	7.18		7.8	8.5	8.18
	7.8	8.5	8.11		7.8	8.5	8.17		7.8	8.5	7.15		7.8	8.5	8.26
	7.8	8.5	8.09		7.8	8.5	8.06		7.8	8.5	7.18		7.8	8.5	8.56

pH Fase Mesófila II - Suelo															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	
		Valor	Valor			Valor	Valor			Valor	Valor				
02/11/2019	7.8	8.5	8.46	05/11/2019	7.8	8.5	7.48	08/11/2019	7.8	8.5	7.42	11/11/2019	7.8	8.5	7.36
	7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.21		7.8	8.5	7.36		7.8	8.5	7.22
	7.8	8.5	8.21		7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	7.34		7.8	8.5	7.50
	7.8	8.5	8.35		7.8	8.5	7.20		7.8	8.5	7.38		7.8	8.5	7.38
	7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	7.26
	7.8	8.5	8.47		7.8	8.5	7.42		7.8	8.5	7.38		7.8	8.5	7.39
	7.8	8.5	8.12		7.8	8.5	7.38		7.8	8.5	7.28		7.8	8.5	7.45
	7.8	8.5	8.24		7.8	8.5	7.32		7.8	8.5	7.24		7.8	8.5	7.43
	7.8	8.5	8.28		7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	7.45		7.8	8.5	7.32
	7.8	8.5	8.31		7.8	8.5	7.28		7.8	8.5	7.40		7.8	8.5	7.40
	7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.30		7.8	8.5	7.50		7.8	8.5	7.16
	7.8	8.5	8.26		7.8	8.5	7.32		7.8	8.5	7.54		7.8	8.5	7.25
	7.8	8.5	8.22		7.8	8.5	7.33		7.8	8.5	7.32		7.8	8.5	7.34
	7.8	8.5	8.16		7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	7.60		7.8	8.5	7.33
	7.8	8.5	8.10		7.8	8.5	7.46		7.8	8.5	7.57		7.8	8.5	7.29
	7.8	8.5	8.25		7.8	8.5	7.56		7.8	8.5	7.46		7.8	8.5	7.23

pH Fase Mesófila II - Suelo											
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	
		Valor	Valor			Valor	Valor				
14/11/20	7.8	8.5	7.40	18/11/20	7.8	8.5	8.49	22/11/20	7.8	8.5	8.46
7.8	8.5	7.25	7.8	8.5	8.43	7.8	8.5	8.44	7.8	8.5	8.44
7.8	8.5	7.48	7.8	8.5	8.45	7.8	8.5	8.52	7.8	8.5	8.52

7.8	8.5	7.33	7.8	8.5	8.36	7.8	8.5	8.37
7.8	8.5	7.44	7.8	8.5	8.49	7.8	8.5	8.39
7.8	8.5	7.42	7.8	8.5	8.52	7.8	8.5	8.25
7.8	8.5	7.24	7.8	8.5	8.58	7.8	8.5	8.28
7.8	8.5	7.37	7.8	8.5	8.29	7.8	8.5	8.36
7.8	8.5	7.29	7.8	8.5	8.34	7.8	8.5	8.22
7.8	8.5	7.48	7.8	8.5	8.56	7.8	8.5	8.53
7.8	8.5	7.31	7.8	8.5	8.67	7.8	8.5	8.33
7.8	8.5	7.15	7.8	8.5	8.39	7.8	8.5	8.29
7.8	8.5	7.22	7.8	8.5	8.60	7.8	8.5	8.48
7.8	8.5	7.36	7.8	8.5	8.32	7.8	8.5	8.57
7.8	8.5	7.13	7.8	8.5	8.65	7.8	8.5	8.31
7.8	8.5	7.17	7.8	8.5	8.52	7.8	8.5	8.40

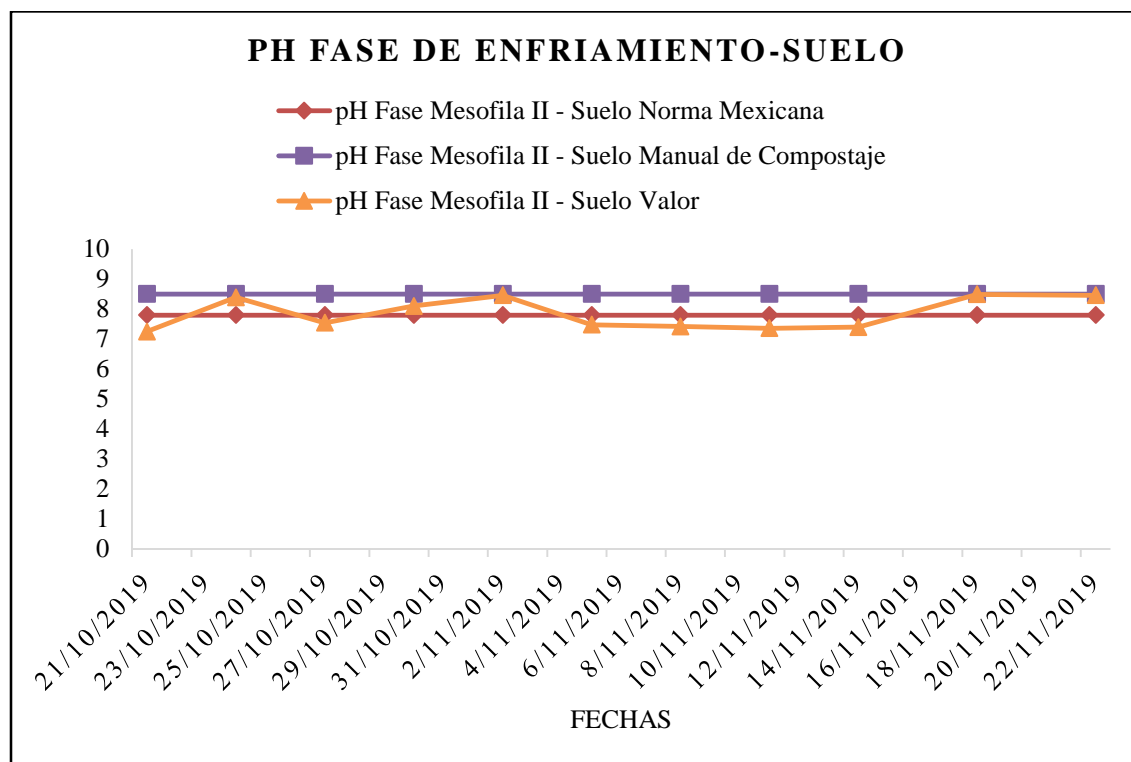


Figura 46: pH en la fase enfriamiento del sistema en suelo

4.3.3.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 7.8 y el Manual de Compostaje es de 8.5 de pH, por último el promedio enfriamiento del suelo es de 7.84, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase enfriamiento.

4.3.4. pH fase madurez

Tabla 31
pH fase madurez

pH Fase Madurez - Suelo															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
13/12/2019	8.5	6.5	6.25	16/12/2019	8.5	6.5	6.37	19/12/2019	8.5	6.5	7.29	23/12/2019	8.5	6.5	6.46
	8.5	6.5	6.19		8.5	6.5	6.44		8.5	6.5	7.18		8.5	6.5	6.32
	8.5	6.5	6.46		8.5	6.5	6.41		8.5	6.5	7.05		8.5	6.5	6.47
	8.5	6.5	6.34		8.5	6.5	6.35		8.5	6.5	7.22		8.5	6.5	6.34
	8.5	6.5	6.26		8.5	6.5	6.26		8.5	6.5	7.16		8.5	6.5	6.28
	8.5	6.5	6.39		8.5	6.5	6.32		8.5	6.5	7.12		8.5	6.5	6.39
	8.5	6.5	6.15		8.5	6.5	6.29		8.5	6.5	7.32		8.5	6.5	6.36
	8.5	6.5	6.34		8.5	6.5	6.32		8.5	6.5	7.19		8.5	6.5	6.44
	8.5	6.5	6.23		8.5	6.5	6.25		8.5	6.5	7.15		8.5	6.5	6.21
	8.5	6.5	6.32		8.5	6.5	6.13		8.5	6.5	7.23		8.5	6.5	6.31
8.5	6.5	6.17	8.5	6.5	6.23	8.5	6.5	7.28	8.5	6.5	6.22				
8.5	6.5	6.22	8.5	6.5	6.22	8.5	6.5	7.25	8.5	6.5	6.29				
8.5	6.5	6.42	8.5	6.5	6.31	8.5	6.5	7.10	8.5	6.5	6.37				
8.5	6.5	6.28	8.5	6.5	6.32	8.5	6.5	7.04	8.5	6.5	6.24				
8.5	6.5	6.16	8.5	6.5	6.18	8.5	6.5	7.17	8.5	6.5	6.22				
8.5	6.5	6.38	8.5	6.5	6.20	8.5	6.5	7.05	8.5	6.5	6.25				

pH Fase Madurez - Suelo

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
26/12/2019	8.5	6.5	6.40	30/12/2020	8.5	6.5	7.46	03/01/2020	8.5	6.5	7.41	06/01/2020	8.5	6.5	6.37	10/01/2020	8.5	6.5	7.59
	8.5	6.5	6.51		8.5	6.5	7.33		8.5	6.5	7.53		8.5	6.5	6.24		8.5	6.5	7.44
	8.5	6.5	6.43		8.5	6.5	7.44		8.5	6.5	7.54		8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	7.52
	8.5	6.5	6.54		8.5	6.5	7.52		8.5	6.5	7.46		8.5	6.5	6.14		8.5	6.5	7.49
	8.5	6.5	6.41		8.5	6.5	7.50		8.5	6.5	7.57		8.5	6.5	6.28		8.5	6.5	7.33
	8.5	6.5	6.45		8.5	6.5	7.39		8.5	6.5	7.68		8.5	6.5	6.19		8.5	6.5	7.40
	8.5	6.5	6.47		8.5	6.5	7.48		8.5	6.5	7.59		8.5	6.5	6.28		8.5	6.5	7.39
	8.5	6.5	6.58		8.5	6.5	7.45		8.5	6.5	7.60		8.5	6.5	6.17		8.5	6.5	7.41
	8.5	6.5	6.51		8.5	6.5	7.33		8.5	6.5	7.73		8.5	6.5	6.28		8.5	6.5	7.28
	8.5	6.5	6.32		8.5	6.5	7.41		8.5	6.5	7.65		8.5	6.5	6.24		8.5	6.5	7.38
	8.5	6.5	6.54		8.5	6.5	7.38		8.5	6.5	7.56		8.5	6.5	6.23		8.5	6.5	7.26
	8.5	6.5	6.58		8.5	6.5	7.56		8.5	6.5	7.68		8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	7.34
8.5	6.5	6.59	8.5	6.5	7.35	8.5	6.5	7.72	8.5	6.5	6.21	8.5	6.5	7.33					
8.5	6.5	6.64	8.5	6.5	7.34	8.5	6.5	7.54	8.5	6.5	6.16	8.5	6.5	7.27					
8.5	6.5	6.63	8.5	6.5	7.47	8.5	6.5	7.76	8.5	6.5	6.25	8.5	6.5	7.26					
8.5	6.5	6.57	8.5	6.5	7.42	8.5	6.5	7.78	8.5	6.5	6.09	8.5	6.5	7.22					

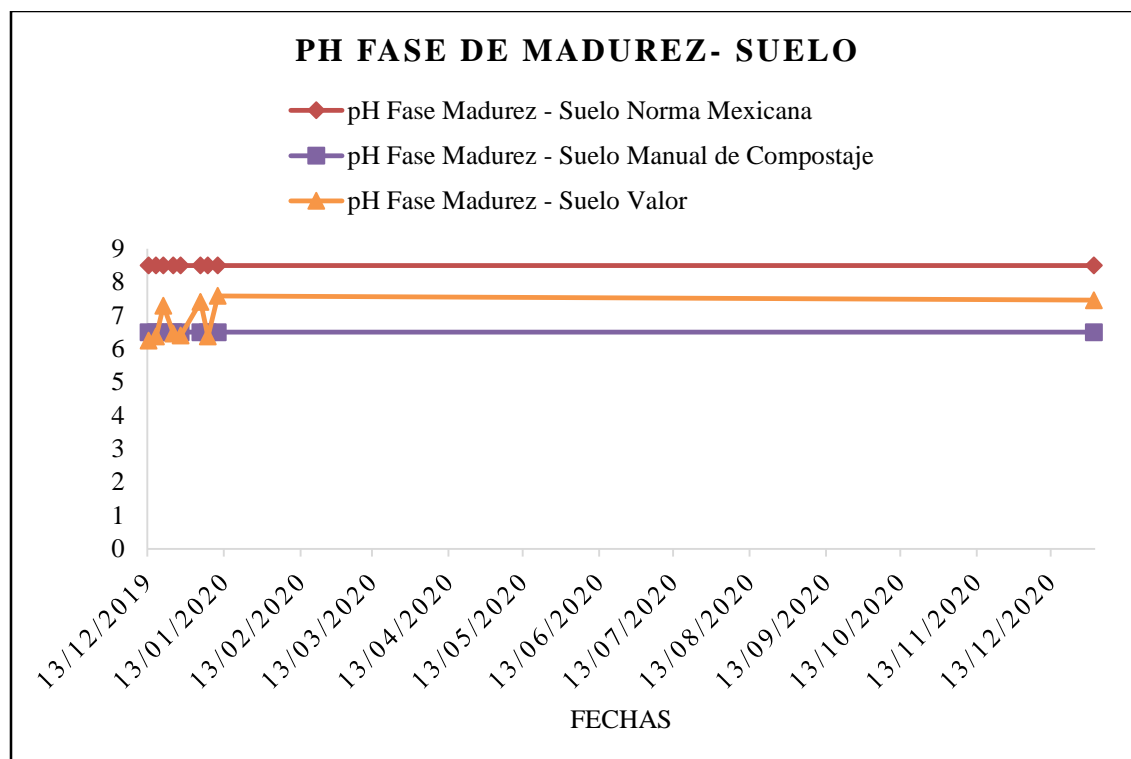


Figura 47: pH en la fase madurez del sistema en suelo

4.3.4.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 8.5 y el Manual de Compostaje es de 6.5 de pH, por último el promedio maduración del suelo es de 6.80, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la norma mexicana pero supero el manual de compostaje en la fase maduración.

4.4. Comparación del K – suelo

Tabla 32

Comparación del K - suelo

MUESTRA SUELO			
Norma Mexicana	Manual de Compostaje	K (mg/L)	K (%)

3.00%	1.00%	435	4.35%
3.00%	1.00%	850	8.50%
3.00%	1.00%	335	3.35%
3.00%	1.00%	235	2.35%
3.00%	1.00%	275	2.75%
3.00%	1.00%	125	1.25%
3.00%	1.00%	115	1.15%
3.00%	1.00%	335	3.35%
3.00%	1.00%	550	5.50%
3.00%	1.00%	550	5.50%
3.00%	1.00%	450	4.50%
3.00%	1.00%	215	2.15%
3.00%	1.00%	130	1.30%
3.00%	1.00%	165	1.65%
3.00%	1.00%	160	1.60%
3.00%	1.00%	125	1.25%

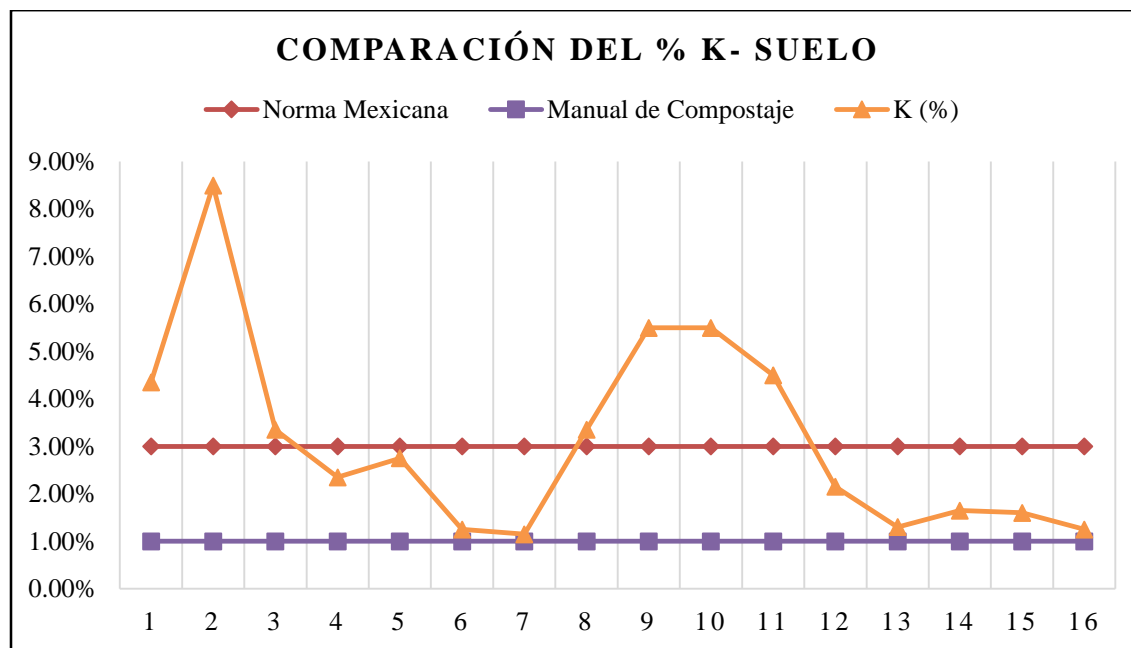


Figura 48: Comparación del % K del sistema en suelo

4.4.1. Interpretación

Se determinó los resultados del potasio en el sistema del suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 3.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de potasio,

por último el promedio potasio del suelo es de 3,15%, observándose la gráfica se puede decir que supero la Norma Mexicana y el manual de compostaje en el potasio.

4.5. Comparación del P – suelo

Tabla 33

Comparación del P - suelo

Muestra de suelo			
Norma Mexicana	Manual de Compostaje	P (mg/L)	P (%)
3.00%	1.00%	25	0.25%
3.00%	1.00%	40	0.40%
3.00%	1.00%	55	0.55%
3.00%	1.00%	25	0.25%
3.00%	1.00%	40	0.40%
3.00%	1.00%	20	0.20%
3.00%	1.00%	20	0.20%
3.00%	1.00%	55	0.55%
3.00%	1.00%	85	0.85%
3.00%	1.00%	100	1.00%
3.00%	1.00%	35	0.35%
3.00%	1.00%	95	0.95%
3.00%	1.00%	45	0.45%
3.00%	1.00%	30	0.30%
3.00%	1.00%	60	0.60%
3.00%	1.00%	35	0.35%

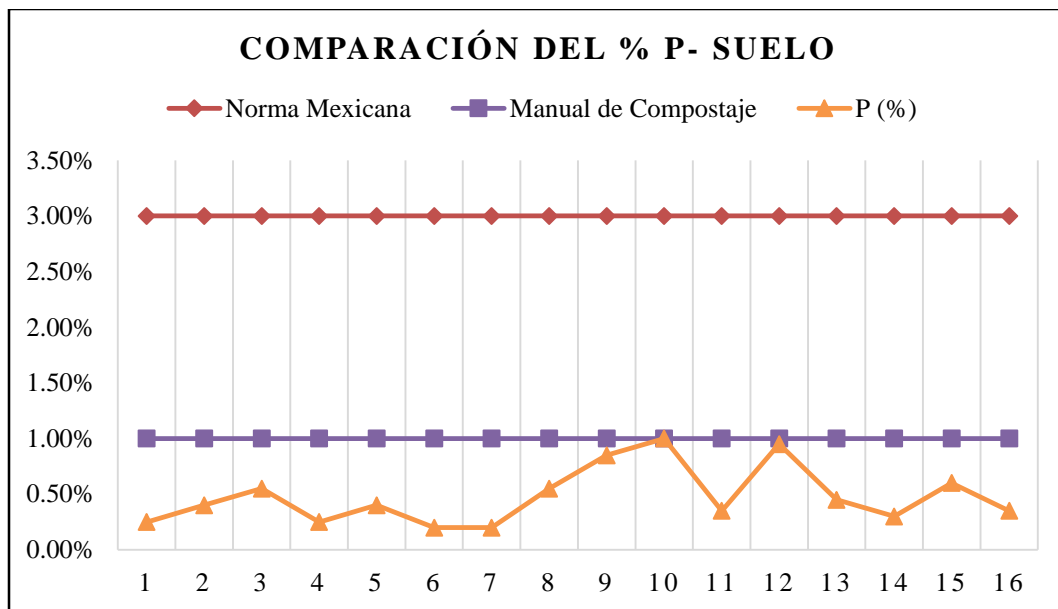


Figura 49: Comparación del % P del sistema en suelo

4.5.1. Interpretación

Se determinó los resultados del fosforo en el sistema del suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 3.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de potasio, por último el promedio fosforo del suelo es de 0.47%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana y del manual de compostaje en el fosforo.

4.6. Nitrógeno – suelo

Tabla 34

Nitrógeno - suelo

MUESTRA SUELO		
Norma Mexicana	Manual de Compostaje	N
1.00%	1.00%	1.46%

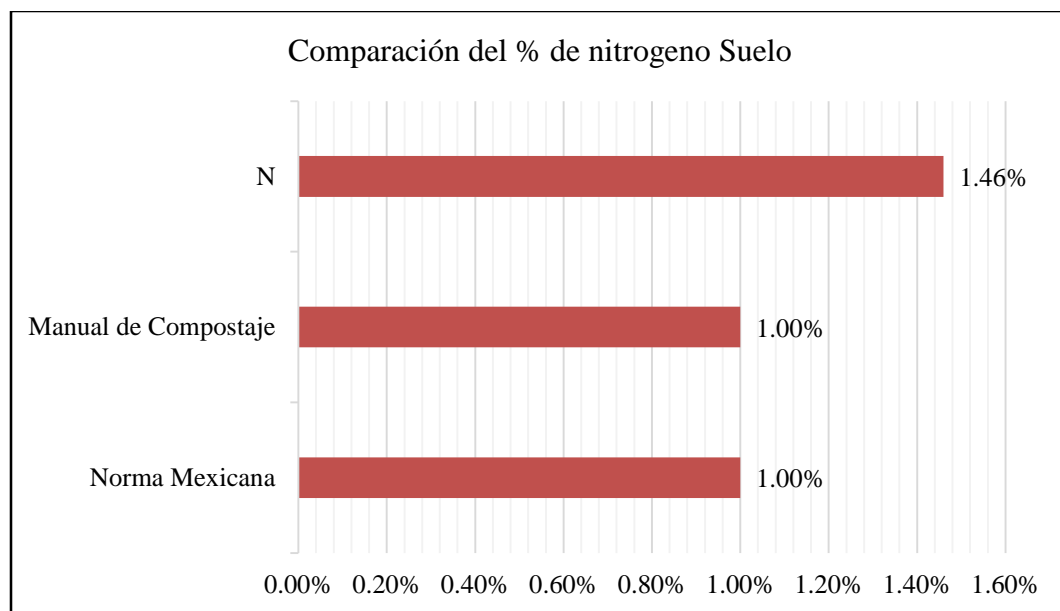


Figura 50: Comparación del % de nitrógeno del sistema en caja

4.6.1. Interpretación

Se determinó los resultados del nitrógeno en el sistema del suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 1.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de potasio, por último el promedio nitrógeno del suelo es de 1.46%, observándose la gráfica se puede decir que supero la Norma Mexicana y el manual de compostaje en el potasio

4.7. Materia orgánica – suelo

Tabla 35

Materia orgánica del sistema en suelo

MATERIA ORGANICA - SUELO						
Nº	PESO/CRISOL	DESECADOR	MUFLA	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	% de M.A

1	43.55	49.38	45.72	30%	20%	8.0%
2	43.46	48.39	45.95	30%	20%	5.3%
3	43.76	50.22	46.44	30%	20%	8.1%
4	48.80	55.41	52.19	30%	20%	6.1%
5	48.03	54.56	50.96	30%	20%	7.0%
6	43.65	50.09	47.65	30%	20%	5.1%
7	44.78	51.16	47.59	30%	20%	7.5%
8	48.89	55.53	53.34	30%	20%	4.1%
9	47.64	53.47	50.92	30%	20%	5.0%
10	44.48	49.62	47.35	30%	20%	4.7%
11	50.02	51.32	53.68	30%	20%	4.3%
12	44.65	51.32	48.30	30%	20%	6.2%
13	47.7	53.62	50.49	30%	20%	6.1%
14	43.77	48.40	44.50	30%	20%	8.7%
15	43.45	50.33	46.79	30%	20%	7.5%
16	43.65	50.61	47.38	30%	20%	6.8%

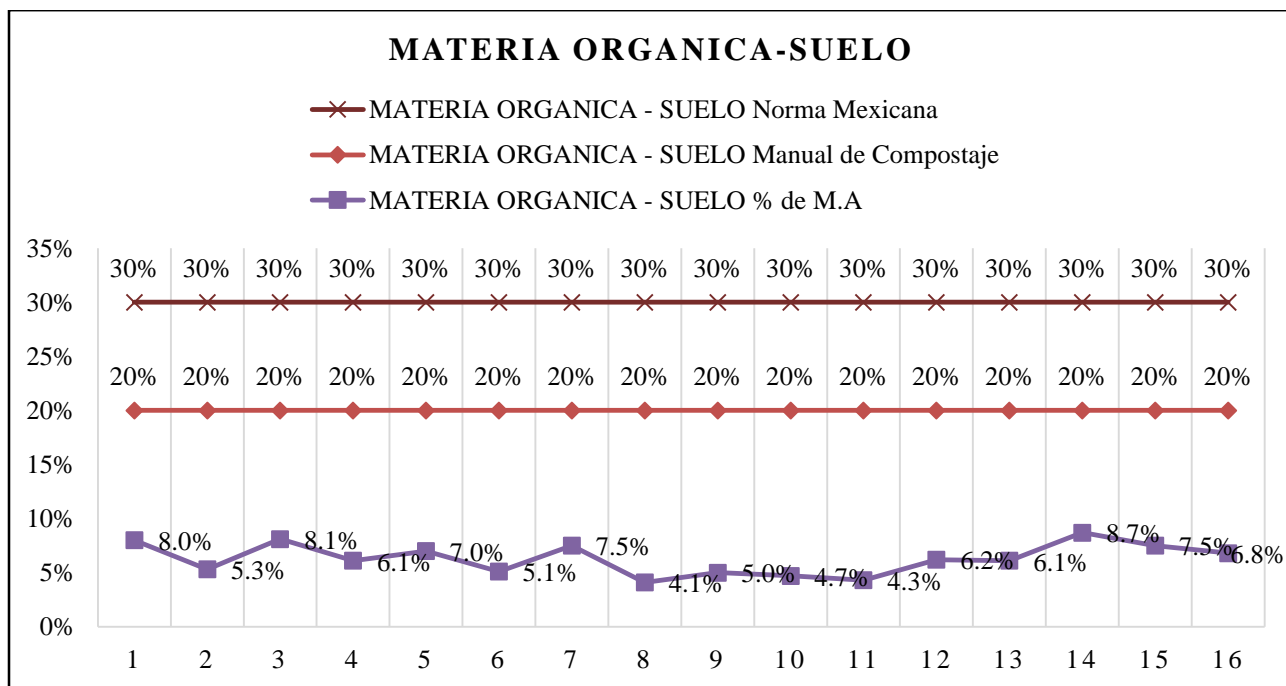


Figura 51: Materia orgánica del sistema en caja

4.7.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la materia orgánica del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30% y el Manual de Compostaje es de 20% de materia orgánica, por último el promedio materia orgánica del suelo es de 6.3%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana y del manual de compostaje en la materia orgánica.

Tabla 36
pH suelo / últimos días

MUESTRA DE SUELO			
N°	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	PH
1	8.5	6.5	7.13
2	8.5	6.5	7.53
3	8.5	6.5	6.53
4	8.5	6.5	7.21
5	8.5	6.5	7.01
6	8.5	6.5	6.88
7	8.5	6.5	7.07
8	8.5	6.5	6.54
9	8.5	6.5	7.56
10	8.5	6.5	6.72
11	8.5	6.5	7.43
12	8.5	6.5	6.45
13	8.5	6.5	6.47
14	8.5	6.5	6.83
15	8.5	6.5	6.67
16	8.5	6.5	6.25

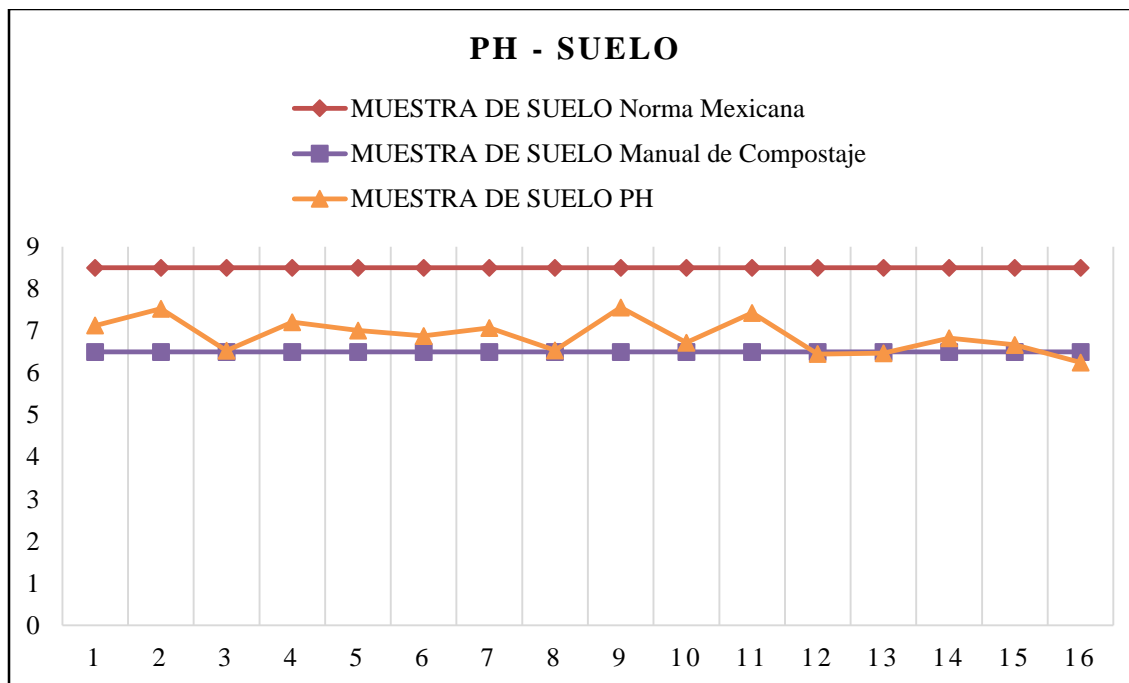


Figura 52: pH del sistema en suelo

4.7.1.1. Interpretación

Se detectó los resultados del pH del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 8.5% y el Manual de Compostaje es de 6.5% de pH, por último el promedio pH del suelo es de 6.89%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en el pH.

4.7.2. Temperatura suelo / últimos días

Tabla 37

Temperatura suelo / últimos días

N°	MUESTRA DE SUELO		T°
	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	
1	30	22.72	30.7
2	30	22.72	29.60
3	30	22.72	29.10
4	30	22.72	29.20

5	30	22.72	28.70
6	30	22.72	28.80
7	30	22.72	30.0
8	30	22.72	29.0
9	30	22.72	28.8
10	30	22.72	27.7
11	30	22.72	28.6
12	30	22.72	29.2
13	30	22.72	29.2
14	30	22.72	28.5
15	30	22.72	28.7
16	30	22.72	28.4

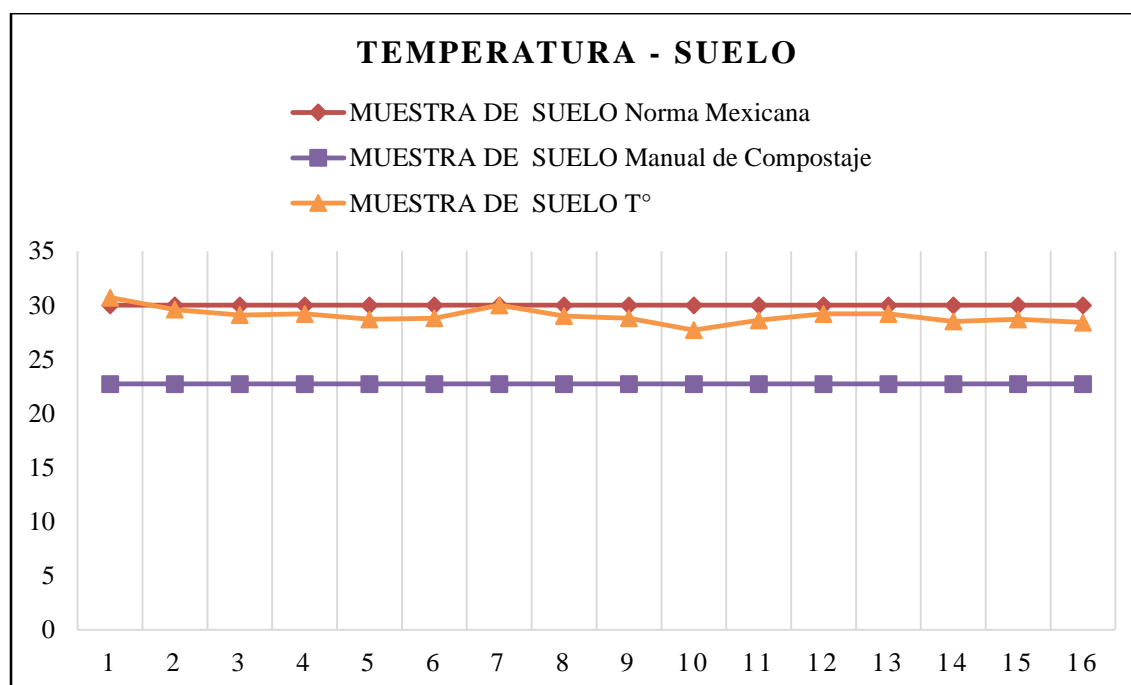


Figura 53: Temperatura del sistema en caja

4.7.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en el suelo y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30°C y el Manual de Compostaje es de 22.72°C de Temperatura, por último el promedio temperatura del suelo es de 29°C, observándose la gráfica

se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en la temperatura.

4.8. Resultados de los parámetros en caja

4.8.1. Humedad fase mesofílica – caja

Tabla 38
 Humedad fase mesofílica - caja

		Humedad														
		Fase Mesófila- Caja														
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost												
					Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C			
22/08/2019	1	25	50	45	23/08/2019	25	50	37	26/08/2019	25	50	48	27/08/2019	25	50	31
	2	25	50	40		25	50	31		25	50	48		25	50	27
	3	25	50	42		25	50	38		25	50	49		25	50	26
	4	25	50	45		25	50	40		25	50	46		25	50	30
	5	25	50	41		25	50	35		25	50	47		25	50	46
	6	25	50	46		25	50	32		25	50	40		25	50	41
	7	25	50	39		25	50	38		25	50	38		25	50	29
	8	25	50	43	25	50	44	25	50	35	25	50	47			
	9	25	50	37	25	50	34	25	50	40	25	50	36			
	10	25	50	39	25	50	41	25	50	46	25	50	33			
	11	25	50	41	25	50	45	25	50	44	25	50	43			
	12	25	50	34	25	50	39	25	50	37	25	50	32			
	13	25	50	37	25	50	37	25	50	45	25	50	38			
	14	25	50	40	25	50	42	25	50	49	25	50	35			
	15	25	50	31	25	50	46	25	50	40	25	50	49			
	16	25	50	37	25	50	49	25	50	34	25	50	39			
	Promedio			39.8	Promedio		39.3	Promedio		42.9	Promedio		36.4			

Humedad																			
Fase Mesófila- Caja																			
28/08/2019	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	29/08/2019	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	30/08/2019	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	02/09/2019	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	03/09/2019	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	25	50	40		25	50	35		25	50	30		25	50	42		25	50	42
25	50	37	25	50	43	25	50	38	25	50	34	25	50	28	25	50	28		
25	50	41	25	50	31	25	50	28	25	50	48	25	50	35	25	50	35		
25	50	42	25	50	44	25	50	32	25	50	43	25	50	29	25	50	29		
25	50	29	25	50	40	25	50	37	25	50	45	25	50	30	25	50	30		
25	50	34	25	50	45	25	50	40	25	50	31	25	50	32	25	50	32		
25	50	39	25	50	36	25	50	43	25	50	30	25	50	38	25	50	38		
25	50	28	25	50	28	25	50	33	25	50	26	25	50	48	25	50	48		
25	50	26	25	50	41	25	50	44	25	50	28	25	50	28	25	50	28		
25	50	43	25	50	48	25	50	41	25	50	38	25	50	40	25	50	40		
25	50	48	25	50	30	25	50	31	25	50	36	25	50	36	25	50	36		
25	50	27	25	50	32	25	50	39	25	50	33	25	50	39	25	50	39		
25	50	30	25	50	39	25	50	48	25	50	40	25	50	45	25	50	45		
25	50	32	25	50	26	25	50	29	25	50	27	25	50	37	25	50	37		
25	50	49	25	50	37	25	50	36	25	50	47	25	50	26	25	50	26		
25	50	38	25	50	29	25	50	34	25	50	33	25	50	44	25	50	44		
Promedio		36.4	Promedio		36.5	Promedio		36.4	Promedio		36.3	Promedio		36.1					

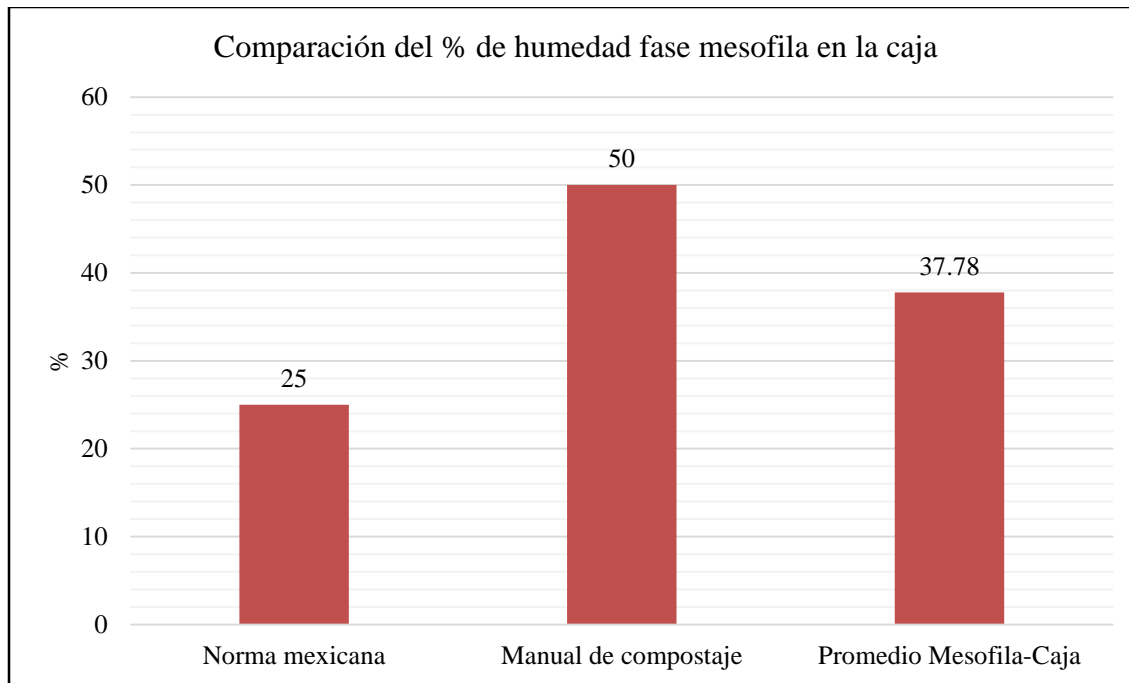


Figura 54: Humedad en la fase mesófila del sistema caja

4.8.1.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 25% y el Manual de Compostaje es de 50 % de humedad, por último el promedio Mesófila de caja es de 37.78%; observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase Mesófila.

4.8.2. Humedad fase termófila

Tabla 39
Humedad fase termófila

Humedad																							
Fase Termófila - Caja																							
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost																			
					Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C							
06/09/2019	1	35	45	44	09/09/2019	35	45	41	12/09/2019	35	45	41	15/09/2019	35	45	39	18/09/2019	35	45	42			
	2	35	45	40		35	45	38		35	45	38		35	45	36		35	45	37	35	45	37
	3	35	45	41		35	45	42		35	45	36		35	45	36		35	45	41	35	45	41
	4	35	45	39		35	45	36		35	45	42		35	45	42		35	45	42	35	45	38
	5	35	45	43		35	45	38		35	45	38		35	45	41		35	45	37	35	45	36
	6	35	45	37		35	45	41		35	45	38		35	45	38		35	45	43	35	45	40
	7	35	45	36		35	45	44		35	45	36		35	45	36		35	45	38	35	45	44
	8	35	45	42		35	45	40		35	45	42		35	45	42		35	45	44	35	45	43
	9	35	45	38		35	45	39		35	45	44		35	45	44		35	45	39	35	45	37
	10	35	45	39		35	45	43		35	45	40		35	45	40		35	45	40	35	45	43
	11	35	45	43		35	45	37		35	45	39		35	45	39		35	45	43	35	45	42
	12	35	45	37		35	45	37		35	45	43		35	45	43		35	45	44	35	45	39
	13	35	45	36		35	45	43		35	45	37		35	45	37		35	45	39	35	45	44
	14	35	45	42		35	45	39		35	45	41		35	45	41		35	45	40	35	45	38
	15	35	45	40		35	45	40		35	45	36		35	45	36		35	45	38	35	45	41
	16	35	45	44		35	45	44		35	45	42		35	45	42		35	45	37	35	45	36
	Promedio			40.1	Promedio		40.1	Promedio		39.8	Promedio		40.0	Promedio		40.1							

Humedad																
Fase Termófila - Caja																
	22/09/2019			26/09/2019			30/09/2019			02/10/2019			04/10/2019			
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H-C	
	35	45	36	35	45	44	35	45	37	35	45	36	35	45	44	
	35	45	38	35	45	43	35	45	42	35	45	39	35	45	42	
	35	45	40	35	45	36	35	45	38	35	45	41	35	45	41	
	35	45	41	35	45	44	35	45	40	35	45	44	35	45	37	
	35	45	42	35	45	40	35	45	43	35	45	43	35	45	39	
	35	45	37	35	45	38	35	45	44	35	45	36	35	45	38	
	35	45	39	35	45	41	35	45	38	35	45	44	35	45	40	
	35	45	41	35	45	42	35	45	40	35	45	40	35	45	36	
	35	45	43	35	45	39	35	45	36	35	45	38	35	45	43	
	35	45	37	35	45	37	35	45	42	35	45	43	35	45	38	
	35	45	39	35	45	40	35	45	37	35	45	42	35	45	43	
	35	45	38	35	45	44	35	45	39	35	45	39	35	45	39	
	35	45	43	35	45	41	35	45	41	35	45	41	35	45	40	
	35	45	44	35	45	38	35	45	39	35	45	37	35	45	36	
	35	45	36	35	45	36	35	45	37	35	45	42	35	45	37	
	35	45	40	35	45	43	35	45	42	35	45	44	35	45	41	
	Promedio		39.6	Promedio		40.4	Promedio		39.7	Promedio		40.6	Promedio		39.6	

Humedad									
Fase Termófila - Caja									
	07/10/2019			10/10/2019			14/10/2019		
	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	C-H	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
	35	45	39	35	45	37	35	45	43
	35	45	44	35	45	41	35	45	36
	35	45	42	35	45	42	35	45	40
	35	45	40	35	45	44	35	45	39
	35	45	43	35	45	39	35	45	38
	35	45	37	35	45	40	35	45	41
	35	45	36	35	45	38	35	45	42
	35	45	41	35	45	41	35	45	37
	35	45	40	35	45	44	35	45	38
	35	45	38	35	45	36	35	45	40
	35	45	38	35	45	42	35	45	43
	35	45	39	35	45	37	35	45	36
	35	45	41	35	45	43	35	45	40
	35	45	37	35	45	44	35	45	39
	35	45	42	35	45	43	35	45	37
	35	45	36	35	45	40	35	45	43
	Promedio		39.6	Promedio		40.7	Promedio		39.5

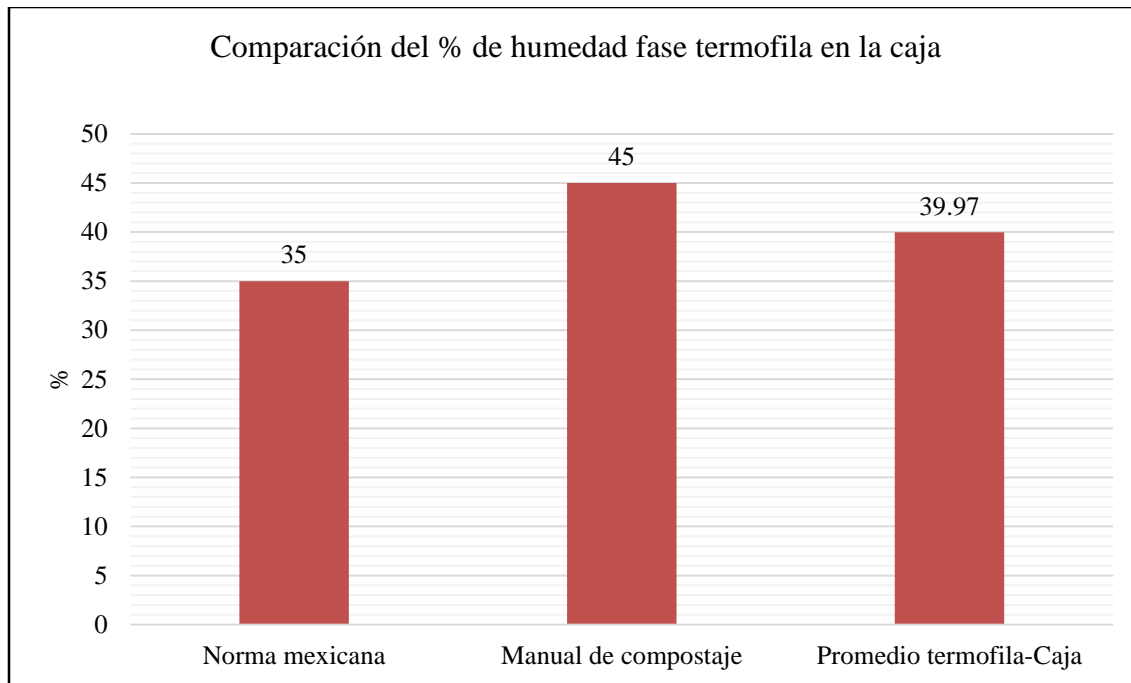


Figura 55: Humedad en la fase termófila del sistema en caja

4.8.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35% y el Manual de Compostaje es de 45% de humedad, por último el promedio termófila de caja es de 39.97%; observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase Termófila.

Tabla 40

Humedad fase enfriamiento o mesófila II

Humedad																							
Fase Enfriamiento o Mesófila II-Caja																							
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C							
21/10/2019	1	35	40	39	24/10/2019	35	40	37	27/10/2019	35	40	39	30/10/2019	35	40	37	02/11/2019	35	40	37			
	2	35	40	37		35	40	38		35	40	38		35	40	38		35	40	38	35	40	36
	3	35	40	38		35	40	39		35	40	36		35	40	36		35	40	36	35	40	37
	4	35	40	36		35	40	36		35	40	37		35	40	39		35	40	39	35	40	36
	5	35	40	37	35	40	39	35	40	38	35	40	38	35	40	38	35	40	38				
	6	35	40	39	35	40	38	35	40	37	35	40	37	35	40	39	35	40	37				
	7	35	40	36	35	40	36	35	40	39	35	40	39	35	40	37	35	40	39				
	8	35	40	38	35	40	37	35	40	36	35	40	36	35	40	36	35	40	36				
	9	35	40	36	35	40	38	35	40	36	35	40	36	35	40	37	35	40	39				
	10	35	40	37	35	40	36	35	40	39	35	40	39	35	40	39	35	40	38				
	11	35	40	39	35	40	39	35	40	36	35	40	36	35	40	38	35	40	37				
	12	35	40	38	35	40	37	35	40	37	35	40	37	35	40	36	35	40	36				
	13	35	40	36	35	40	36	35	40	38	35	40	38	35	40	36	35	40	39				
	14	35	40	38	35	40	38	35	40	37	35	40	37	35	40	39	35	40	38				
	15	35	40	37	35	40	37	35	40	39	35	40	39	35	40	37	35	40	37				
	16	35	40	39	35	40	39	35	40	36	35	40	36	35	40	38	35	40	39				
	Promedio			37.5	Promedio			37.5	Promedio			37.4	Promedio			37.5	Promedio		37.4				

35	40	39	35	40	37	35	40	36
35	40	36	35	40	38	35	40	37
35	40	37	35	40	36	35	40	39
35	40	38	35	40	39	35	40	38
35	40	36	35	40	38	35	40	39
35	40	39	35	40	39	35	40	36
35	40	37	35	40	36	35	40	37
35	40	38	35	40	37	35	40	38
35	40	38	35	40	37	35	40	36
35	40	37	35	40	36	35	40	38
35	40	36	35	40	38	35	40	37
35	40	37	35	40	39	35	40	39
35	40	38	35	40	38	35	40	37
35	40	39	35	40	36	35	40	38
35	40	36	35	40	37	35	40	39
35	40	38	35	40	39	35	40	36
Promedio	37.4		Promedio	37.5		Promedio	37.5	

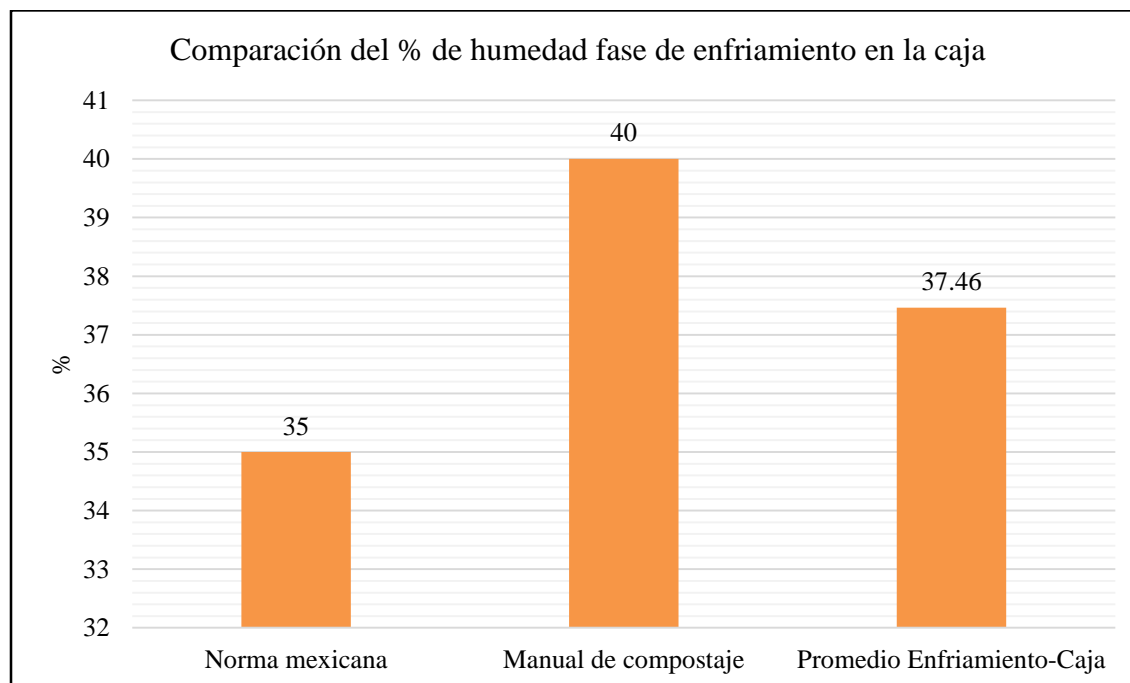


Figura 56: Humedad en la fase enfriamiento del sistema en caja

4.8.2.2. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35% y el Manual de Compostaje es de 40% de humedad, por último el promedio enfriamiento de caja es de 37.46%; observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase enfriamiento.

4.8.3. Humedad fase de maduración

Tabla 41
Humedad fase de maduración

HUMEDAD																
Fase Maduración - Caja																
Fecha	N° - Cajas	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- Compost		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C		Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	
13/12/2019	1	45	30	35	16/12/2019	45	30	41	19/12/2019	45	30	33	23/12/2019	45	30	32
	2	45	30	40		45	30	31		45	30	41		45	30	36
	3	45	30	37		45	30	37		45	30	44		45	30	41
	4	45	30	39		45	30	35		45	30	32		45	30	43
	5	45	30	33		45	30	35		45	30	36		45	30	33
	6	45	30	36		45	30	39		45	30	38		45	30	35
	7	45	30	41		45	30	36		45	30	40		45	30	42
	8	45	30	38		45	30	44		45	30	31		45	30	31
	9	45	30	34		45	30	33		45	30	34		45	30	39
	10	45	30	43		45	30	38		45	30	39		45	30	32
	11	45	30	32		45	30	40		45	30	35		45	30	37
	12	45	30	31		45	30	43		45	30	42		45	30	44
	13	45	30	44		45	30	32		45	30	34		45	30	40
	14	45	30	40		45	30	42		45	30	39		45	30	36
	15	45	30	36		45	30	35		45	30	33		45	30	38
	16	45	30	33		45	30	40		45	30	43		45	30	34
	Promedio			37		Promedio	37.6		Promedio	37.1		Promedio	37.1			

HUMEDAD

Fase Maduración - Caja

26/12/2019			30/12/2019			03/01/2020			06/01/2020			10/01/2020		
Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C	Norma Mexicana	Manual de compostaje	H- C
45	30	40	45	30	33	45	30	37	45	30	31	45	30	43
45	30	33	45	30	43	45	30	43	45	30	35	45	30	40
45	30	31	45	30	31	45	30	31	45	30	37	45	30	31
45	30	44	45	30	35	45	30	35	45	30	40	45	30	39
45	30	36	45	30	44	45	30	38	45	30	36	45	30	44
45	30	35	45	30	38	45	30	41	45	30	35	45	30	37
45	30	41	45	30	37	45	30	39	45	30	41	45	30	35
45	30	35	45	30	32	45	30	33	45	30	43	45	30	41
45	30	40	45	30	35	45	30	42	45	30	32	45	30	33
45	30	43	45	30	44	45	30	44	45	30	39	45	30	38
45	30	42	45	30	32	45	30	38	45	30	44	45	30	38
45	30	36	45	30	40	45	30	42	45	30	36	45	30	35
45	30	35	45	30	41	45	30	43	45	30	40	45	30	41
45	30	41	45	30	36	45	30	32	45	30	37	45	30	31
45	30	33	45	30	39	45	30	34	45	30	38	45	30	39
45	30	38	45	30	34	45	30	40	45	30	44	45	30	33
Promedio		37.7	Promedio		37.1	Promedio		38.3	Promedio		38	Promedio		37.4

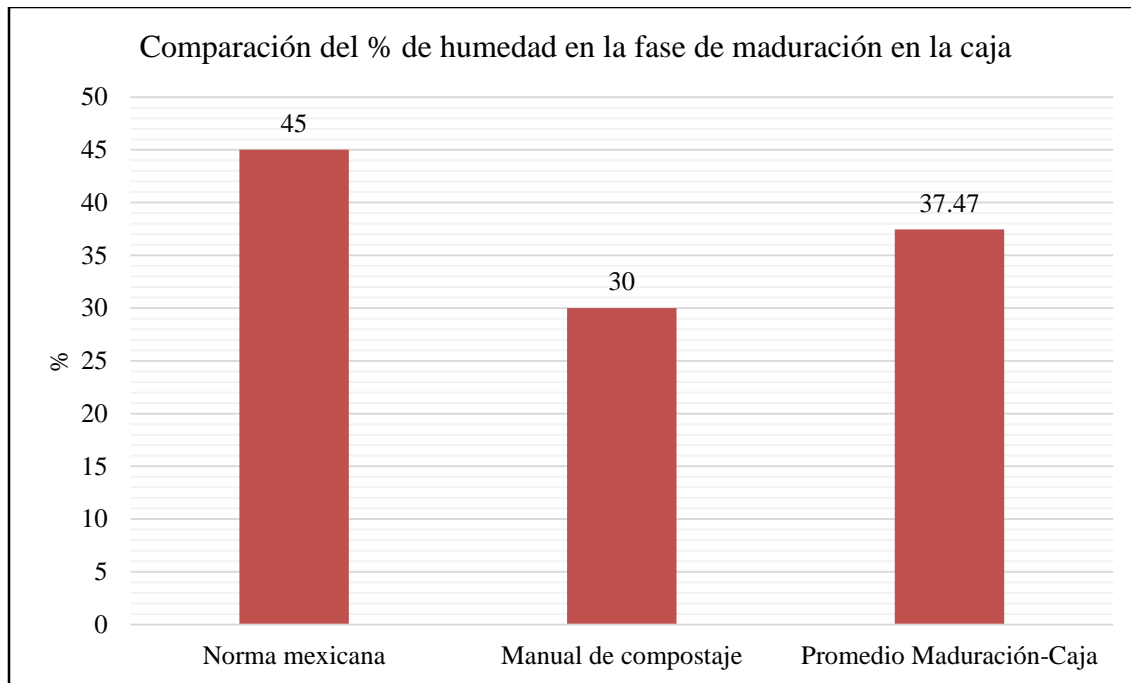


Figura 57: Humedad en la fase de maduración del sistema en caja

4.8.3.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la humedad del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 45% y el Manual de Compostaje es de 30% de humedad, por último el promedio enfriamiento de caja es de 37.47%; observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la norma mexicana pero supero el manual de compostaje en la fase maduración.

4.8.4. Temperatura fase mesófila

Tabla 42

Temperatura fase mesófila - caja

T° Fase mesófila - Caja																							
Fecha			Norma Mexicana			Manual de Compostaje			Valor			Fecha			Norma Mexicana			Manual de Compostaje			Valor		
22/08/2019	25	60	17.2	23/08/2019	25	60	20.5	26/08/2019	25	60	22.8	27/08/2019	25	60	24.5	28/08/2019	25	60	29.7				
	25	60	19.6		25	60	20.6		25	60	21.9		25	60	24.8		25	60	29.5				
	25	60	19.5		25	60	21.4		25	60	22.9		25	60	24.9		25	60	29.4				
	25	60	19.7		25	60	20.3		25	60	22.5		25	60	25.7		25	60	29.5				
	25	60	18.2		25	60	21.5		25	60	23		25	60	26.3		25	60	30.5				
	25	60	19.2		25	60	21.9		25	60	4.72		25	60	27.5		25	60	30.8				
	25	60	17.4		25	60	20.5		25	60	23.6		25	60	28.1		25	60	30.7				
	25	60	19.5		25	60	21.6		25	60	22.4		25	60	26.5		25	60	30.1				
	25	60	17.6		25	60	21.7		25	60	22.1		25	60	26.6		25	60	29.3				
	25	60	19.8		25	60	20.2		25	60	22.4		25	60	28.9		25	60	30.2				
25	60	18.9	25	60	20.8	25	60	21.6	25	60	28.6	25	60	29.6									
25	60	19.4	25	60	20.3	25	60	22.8	25	60	25.6	25	60	29									
25	60	18.5	25	60	21.9	25	60	22.7	25	60	27.6	25	60	30.3									
25	60	19.2	25	60	20.5	25	60	22.3	25	60	27.9	25	60	29.1									
25	60	18.6	25	60	21.7	25	60	22.6	25	60	27.4	25	60	30.4									
25	60	18.4	25	60	20.1	25	60	22.5	25	60	26.7	25	60	29.4									

T° Fase mesófila - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
29/08/2019	25	60	31.4	30/08/2019	25	60	35.8	02/09/2019	25	60	39.5	03/09/2019	25	60	42.8
	25	60	31.9		25	60	35.5		25	60	39.8		25	60	42.9
	25	60	31.5		25	60	35.2		25	60	39.7		25	60	42.6
	25	60	32.7		25	60	35.4		25	60	39.8		25	60	43.9
	25	60	32.5		25	60	36.1		25	60	40.5		25	60	43.5
	25	60	33.6		25	60	36.5		25	60	40.7		25	60	43.2
	25	60	33.9		25	60	37.6		25	60	40.9		25	60	44.9
	25	60	32.1		25	60	37.7		25	60	41.5		25	60	44.8
	25	60	34.2		25	60	35.6		25	60	41.9		25	60	44.2
	25	60	34.1		25	60	35.9		25	60	41.8		25	60	45.6
	25	60	33.7		25	60	35.2		25	60	39.8		25	60	45.9
	25	60	34		25	60	38.4		25	60	39.2		25	60	45.3
	25	60	34.8		25	60	38.6		25	60	40.6		25	60	45.2
	25	60	34.7		25	60	35.4		25	60	40.8		25	60	45.1
	25	60	33.7		25	60	36.1		25	60	40.4		25	60	43.5
	25	60	32.9		25	60	36.9		25	60	40.2		25	60	43.9

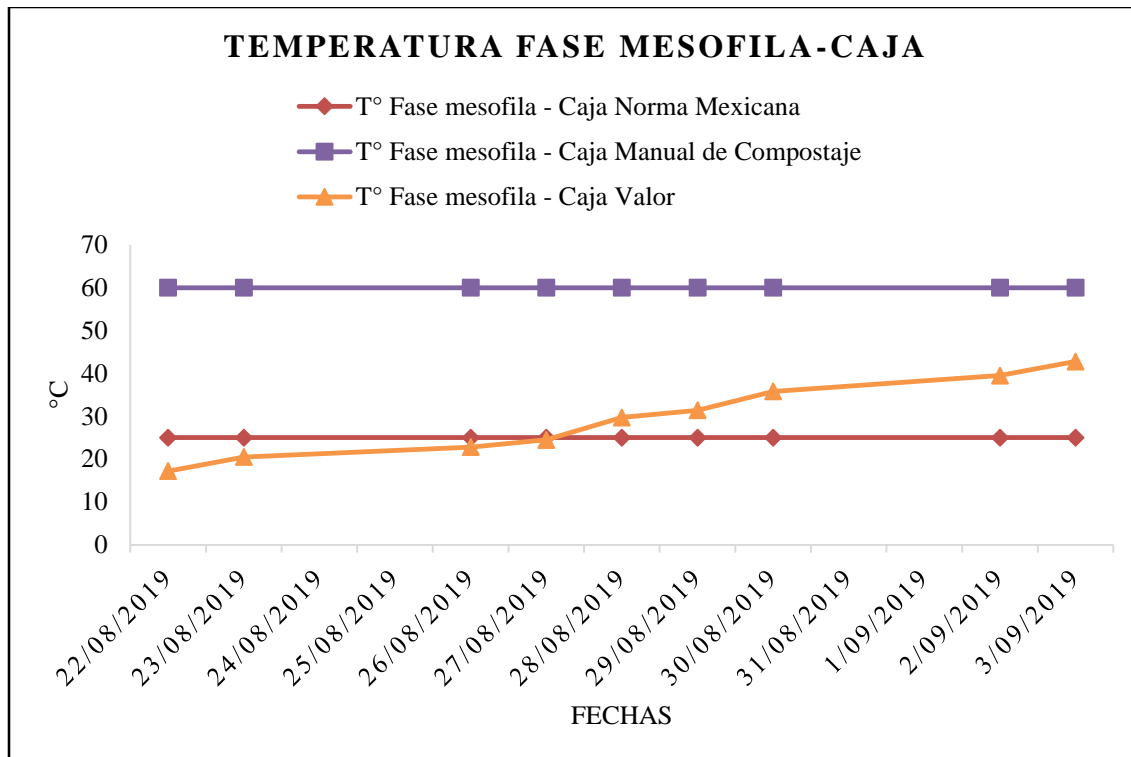


Figura 58: Temperatura en la fase mesófila del sistema en caja

4.8.4.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 25°C y el Manual de Compostaje es de 60°C de temperatura, por último el promedio Mesófila de caja es de 30.22°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase Mesófila.

4.8.5. Temperatura fase termófila

Tabla 43

Temperatura fase termófila

T° Fase Termófila - Caja																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
06/09/2019	35	45	40.5	09/09/2019	35	45	41.2	12/09/2019	35	45	43.5	15/09/2019	35	45	47.5	18/09/2019	35	45	47.5
	35	45	40.2		35	45	41.6		35	45	43.9		35	45	47.8		35	45	47.9
	35	45	41.3		35	45	42.4		35	45	43.6		35	45	46.5		35	45	48.5
	35	45	40.7		35	45	42.8		35	45	44.1		35	45	46.1		35	45	48.2
	35	45	40.1		35	45	42.3		35	45	44.8		35	45	47.2		35	45	48.7
	35	45	41.4		35	45	41.4		35	45	44.3		35	45	45.4		35	45	47.5
	35	45	40.8		35	45	41.7		35	45	44.5		35	45	45.2		35	45	48.3
	35	45	40.6		35	45	41.2		35	45	44.2		35	45	47.6		35	45	48.2
	35	45	41.5		35	45	42.5		35	45	43.7		35	45	47.3		35	45	48.1
	35	45	40.7		35	45	42.6		35	45	43.2		35	45	47.1		35	45	47.2
35	45	41.2	35	45	42.7	35	45	43.1	35	45	45.9	35	45	47.8					
35	45	41.5	35	45	42.1	35	45	44.4	35	45	45.8	35	45	47.6					
35	45	40.8	35	45	41.6	35	45	43.2	35	45	46.3	35	45	48.3					
35	45	40.7	35	45	41.8	35	45	43.6	35	45	45.5	35	45	47.1					
35	45	40.3	35	45	41.3	35	45	43.7	35	45	46.1	35	45	48.6					
35	45	41.9	35	45	41.7	35	45	43.1	35	45	46.9	35	45	47.5					

T° Fase Termófila - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
22/09/2019	35	45	48.2	26/09/2019	35	45	49.2	30/09/2019	35	45	51.5	02/10/2019	35	45	55.4	04/10/2019	35	45	57.2
	35	45	48.5		35	45	50.6		35	45	52.2		35	45	55.8		35	45	56.7
	35	45	49.6		35	45	50.4		35	45	52.4		35	45	55.6		35	45	57.4
	35	45	48.3		35	45	49.3		35	45	52.6		35	45	56.2		35	45	56.2
	35	45	48.6		35	45	49.5		35	45	52.3		35	45	55.9		35	45	57.8
	35	45	49.7		35	45	49.7		35	45	52.4		35	45	56.3		35	45	56.9
	35	45	49.1		35	45	50.2		35	45	51.7		35	45	55.4		35	45	57.6
	35	45	49.4		35	45	49.8		35	45	52.8		35	45	56.2		35	45	56.4
	35	45	49.2		35	45	49.6		35	45	52.7		35	45	55.0		35	45	57.9
	35	45	49.5		35	45	50.7		35	45	51.9		35	45	55.8		35	45	56.1
	35	45	48.6		35	45	49.3		35	45	51.4		35	45	56.3		35	45	57.8
	35	45	48.7		35	45	50.1		35	45	51.3		35	45	56.4		35	45	56.4
	35	45	48.9		35	45	49.2		35	45	51.8		35	45	55.1		35	45	56.3
	35	45	47.7		35	45	49.3		35	45	51.2		35	45	55.7		35	45	56.2
	35	45	48.3		35	45	50.7		35	45	52.6		35	45	56.2		35	45	56.6
	35	45	48.6		35	45	49.8		35	45	52.3		35	45	55.3		35	45	56.4

T° Fase Termófila - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
07/10/2019	35	45	58.2	10/10/2019	35	45	59.6	14/10/2019	35	45	60.2
	35	45	58.9		35	45	60.2		35	45	60.3
	35	45	57.4		35	45	60.5		35	45	61.4
	35	45	57.9		35	45	59.8		35	45	60.5
	35	45	58.2		35	45	58.7		35	45	60.7
	35	45	57.3		35	45	59.2		35	45	60.8
	35	45	58.3		35	45	59.3		35	45	61.5
	35	45	57.1		35	45	60.4		35	45	61.3
	35	45	58.6		35	45	59.2		35	45	61.2
	35	45	57.9		35	45	60.1		35	45	60.1
	35	45	58.1		35	45	59.6		35	45	61.5
	35	45	57.4		35	45	60.5		35	45	62.2
	35	45	58.2		35	45	60		35	45	60.3
	35	45	58.7		35	45	60.8		35	45	62.6
	35	45	58.6		35	45	59.4		35	45	62.7
	35	45	58.8		35	45	59.2		35	45	62.3

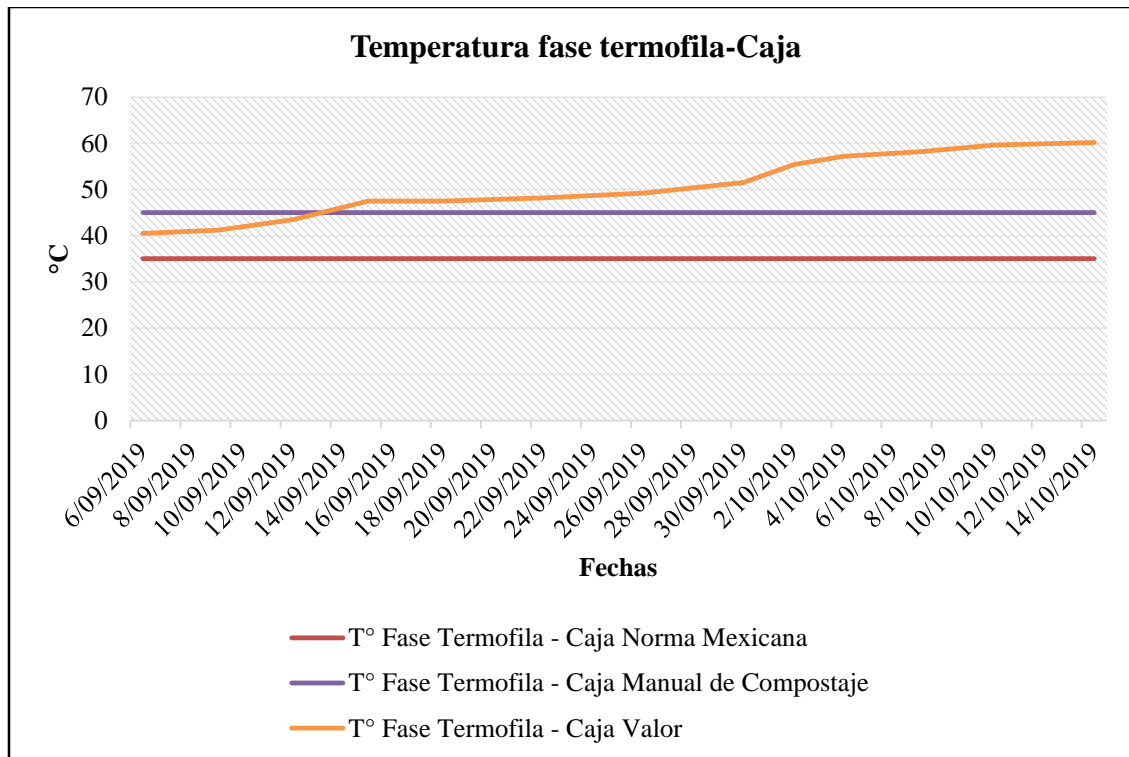


Figura 59: Temperatura en la fase termófila del sistema en caja

4.8.5.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 35°C y el Manual de Compostaje es de 45°C de temperatura, por último el promedio termófila de caja es de 51.04°C, observando la gráfica se puede decir que supero el manual de compostaje y la norma mexicana en la fase termófila.

4.8.6. Temperatura fase enfriamiento o mesófila II

Tabla 44

Temperatura fase enfriamiento o mesófila II - caja

T° Fase Mesófila II - Caja																	
Fecha			Manual de Compostaje			Fecha			Manual de Compostaje			Fecha			Manual de Compostaje		
Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor			
21/10/2019	20	45	20.7	24/10/2019	20	45	22.5	27/10/2019	20	45	24.5	30/10/2019	20	45	26.8		
	20	45	21.3		20	45	22.7		20	45	24.9		20	45	26.4		
	20	45	20.6		20	45	22.4		20	45	24.8		20	45	26.7		
	20	45	21.9		20	45	23.5		20	45	25.7		20	45	27.8		
	20	45	21.5		20	45	23.1		20	45	25.6		20	45	27.4		
	20	45	21.4		20	45	23.3		20	45	24.3		20	45	27.5		
	20	45	20.8		20	45	22.7		20	45	24.8		20	45	27.9		
	20	45	20.6		20	45	22.9		20	45	24.9		20	45	26.4		
	20	45	20.1		20	45	23.6		20	45	25.3		20	45	26.7		
	20	45	21.7		20	45	23.4		20	45	24.1		20	45	26.3		
	20	45	20.9		20	45	22.5		20	45	24.1		20	45	26.4		
	20	45	21.8		20	45	23.6		20	45	25.7		20	45	27.6		
	20	45	21.4		20	45	22.8		20	45	25.8		20	45	27.4		
	20	45	21.2		20	45	22.9		20	45	25.9		20	45	27.5		
20	45	21.7	20	45	23.7	20	45	24.3	20	45	26.9						
20	45	21.5	20	45	23.2	20	45	24.6	20	45	26.8						

T° Fase Mesófila II - Caja																	
Fecha			Manual de Compostaje			Fecha			Manual de Compostaje			Fecha			Manual de Compostaje		
Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Valor			
02/11/2019	20	45	30.5	05/11/2019	20	45	32.5	08/11/2019	20	45	35.4	11/11/2019	20	45	28.5		
	20	45	31.9		20	45	32.4		20	45	34.6		20	45	29.4		

20	45	31.7	20	45	32.3	20	45	35.8	20	45	28.6
20	45	30.4	20	45	33.6	20	45	34.4	20	45	28.8
20	45	30.6	20	45	32.7	20	45	35.3	20	45	29.2
20	45	31.5	20	45	32.9	20	45	35.2	20	45	29.7
20	45	30.1	20	45	32.1	20	45	34.9	20	45	29.9
20	45	31.2	20	45	32.7	20	45	34.5	20	45	28.3
20	45	31.6	20	45	33.8	20	45	35.3	20	45	28.2
20	45	30.3	20	45	32.4	20	45	35.0	20	45	29.1
20	45	30.4	20	45	33.2	20	45	34.2	20	45	28.6
20	45	30.6	20	45	32.8	20	45	35.7	20	45	28.7
20	45	31.2	20	45	32.6	20	45	35.6	20	45	29.5
20	45	31.7	20	45	33.4	20	45	35.2	20	45	29.0
20	45	30.8	20	45	32.5	20	45	34.1	20	45	29.4
20	45	30.1	20	45	33.6	20	45	34.7	20	45	29.2

T° Fase Mesófila II - Caja											
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje		Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	
		Valor				Valor				Valor	
14/11/2019	20	45	35.5	18/11/2019	20	45	38.4	22/11/2019	20	45	35.1
	20	45	35.8		20	45	38.7		20	45	35.8
	20	45	35.7		20	45	38.6		20	45	35.6
	20	45	36.9		20	45	37.4		20	45	36.5
	20	45	36.4		20	45	37.9		20	45	36.7
	20	45	36.5		20	45	38.5		20	45	36.4
	20	45	36.2		20	45	38.2		20	45	35.2
	20	45	35.1		20	45	37.1		20	45	35.3
	20	45	36.8		20	45	37.6		20	45	36.8
	20	45	36.3		20	45	37.4		20	45	36.9
20	45	36.5	20	45	37.6	20	45	35.8			
20	45	35.9	20	45	37.1	20	45	35.6			
20	45	35.1	20	45	37.5	20	45	36.3			
20	45	35.6	20	45	37.9	20	45	36.5			
20	45	35.3	20	45	38.7	20	45	35.6			
20	45	35.7	20	45	38.4	20	45	35.9			

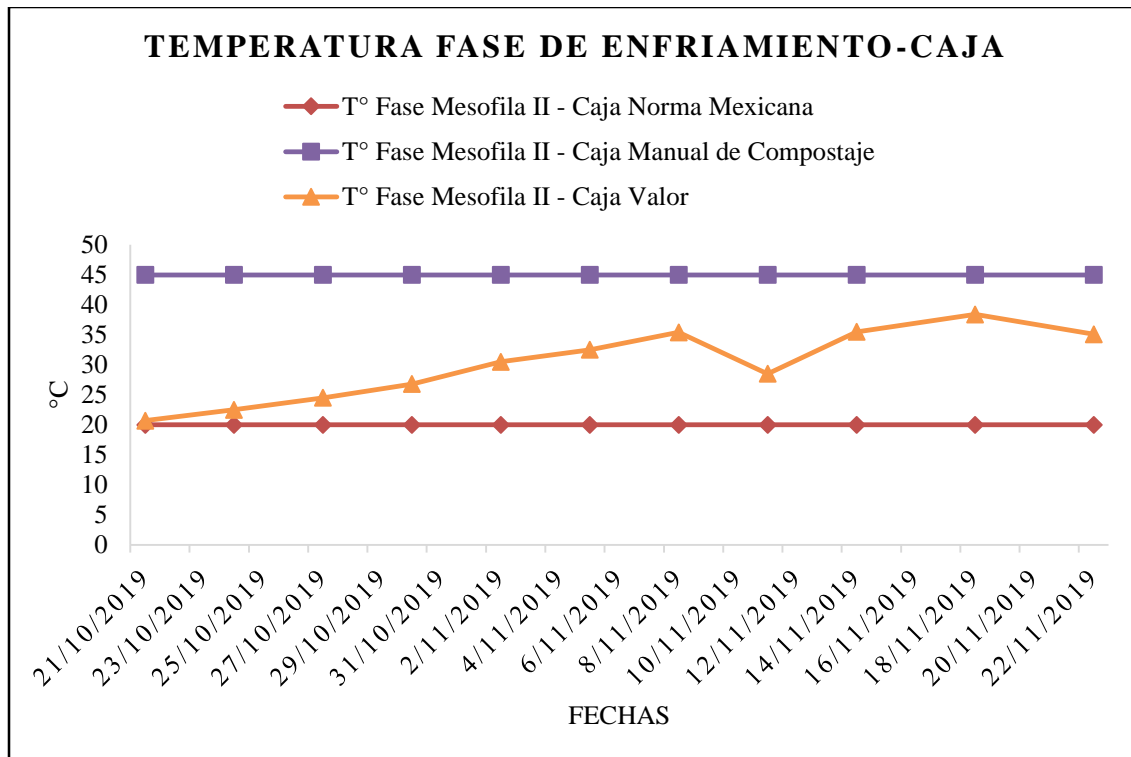


Figura 60: Temperatura en la fase enfriamiento del sistema en caja

4.8.6.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 20°C y el Manual de Compostaje es de 45°C de temperatura, por último el promedio enfriamiento de caja es de 30.35°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase enfriamiento.

4.8.7. Temperatura fase de maduración

Tabla 45

Temperatura fase maduración

T° Fase Madurez - Caja																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
13/12/2019	30	20	15.1	16/12/2019	30	20	18.1	19/12/2019	30	20	20.5	23/12/2019	30	20	23.4	26/12/2019	30	20	21.5
	30	20	15.4		30	20	18.5		30	20	20.8		30	20	23.6		30	20	21.6
	30	20	15.7		30	20	18.9		30	20	20.7		30	20	23.8		30	20	20.8
	30	20	15.3		30	20	18.4		30	20	21.6		30	20	25.4		30	20	20.9
	30	20	16.2		30	20	19.2		30	20	21.5		30	20	25.9		30	20	21.8
	30	20	16.8		30	20	19.7		30	20	21.3		30	20	25.7		30	20	21.4
	30	20	16.7		30	20	19.6		30	20	20.4		30	20	23.2		30	20	21.7
	30	20	15.6		30	20	19.4		30	20	20.7		30	20	25.3		30	20	20.4
	30	20	15.4		30	20	18.7		30	20	20.6		30	20	25.1		30	20	20.7
	30	20	16.3		30	20	18.3		30	20	20.9		30	20	23.4		30	20	21.9
30	20	16.2	30	20	18.2	30	20	20.6	30	20	23.6	30	20	21.2					
30	20	16.7	30	20	19.5	30	20	20.7	30	20	25.2	30	20	20.8					
30	20	15.4	30	20	19.0	30	20	21.2	30	20	25.7	30	20	20.2					
30	20	15.1	30	20	18.6	30	20	21.4	30	20	23.8	30	20	21.8					
30	20	16.7	30	20	18.6	30	20	21.6	30	20	23.9	30	20	20.2					
30	20	16.5	30	20	18.2	30	20	20.9	30	20	25.5	30	20	21.6					

T° Fase Madurez - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
30/12/2020	30	20	24.5	03/01/2020	30	20	25.4	06/01/2020	30	20	25.9	10/01/2020	30	20	22.1
	30	20	24.8		30	20	25.9		30	20	25.6		30	20	22.5
	30	20	24.9		30	20	25.3		30	20	25.4		30	20	22.8
	30	20	25.7		30	20	26.7		30	20	26.7		30	20	21.6
	30	20	26.3		30	20	26.8		30	20	26.8		30	20	21.7
	30	20	27.5		30	20	26.4		30	20	26.7		30	20	22.4
	30	20	28.1		30	20	25.2		30	20	25.3		30	20	22.3
	30	20	26.5		30	20	25.1		30	20	25.2		30	20	21.2
	30	20	26.6		30	20	26.7		30	20	25.6		30	20	22.7
	30	20	28.9		30	20	26.8		30	20	26.1		30	20	22.8
	30	20	28.6		30	20	26.9		30	20	26.8		30	20	21.2
	30	20	25.6		30	20	25.2		30	20	26.9		30	20	21.6
30	20	27.6	30	20	25.6	30	20	25.4	30	20	21.0				
30	20	27.9	30	20	24.8	30	20	25.1	30	20	22.7				
30	20	27.4	30	20	25.9	30	20	26.3	30	20	22.2				
30	20	26.7	30	20	25.3	30	20	26.7	30	20	22.3				

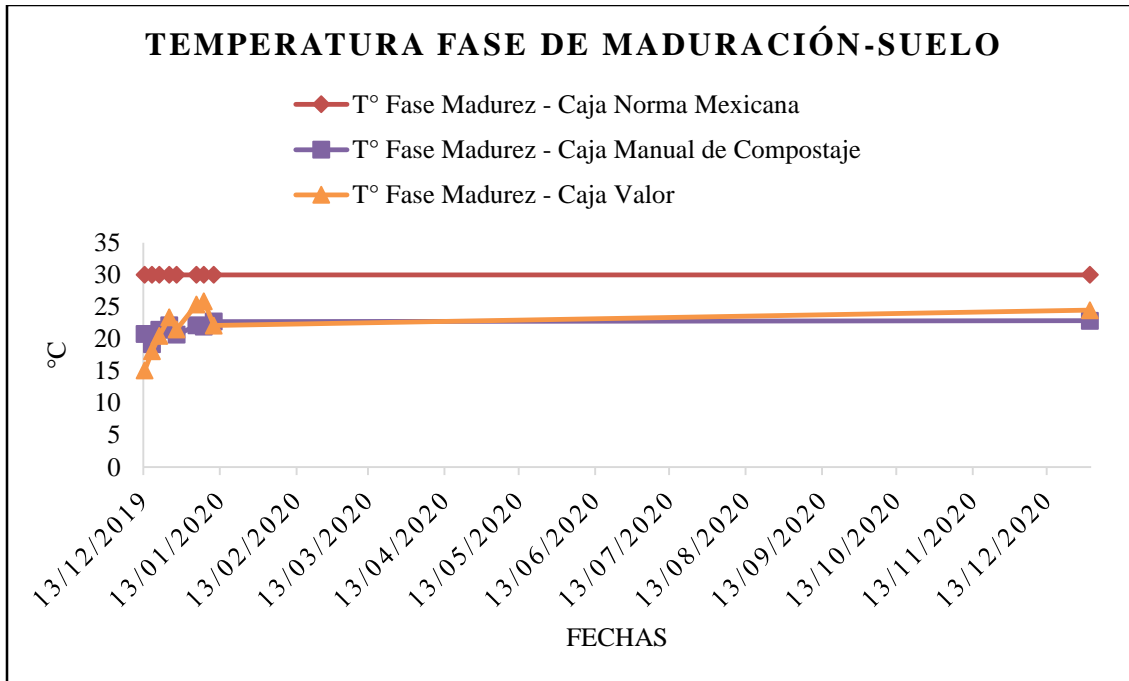


Figura 61: Temperatura en la fase maduración del sistema en caja

4.8.7.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30°C y el Manual de Compostaje es de 24.5°C de temperatura, por último el promedio maduración de caja es de 22.45°C, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro del manual de compostaje y la norma mexicana en la fase maduración.

4.8.8. pH fase mesófila

Tabla 46
pH fase mesófila

pH Fase mesófila - Caja																			
Fecha			Norma Mexicana			Manual de Compostaje			Fecha			Norma Mexicana			Manual de Compostaje				
	6.7	6.5	3.58		6.7	6.5	4.21		6.7	6.5	4.54		6.7	6.5	4.94		6.7	6.5	5.08
	6.7	6.5	3.55		6.7	6.5	4.29		6.7	6.5	4.56		6.7	6.5	4.79		6.7	6.5	5.1
	6.7	6.5	3.06		6.7	6.5	4.05		6.7	6.5	4.59		6.7	6.5	4.75		6.7	6.5	5.14
	6.7	6.5	3.63		6.7	6.5	4.12		6.7	6.5	4.6		6.7	6.5	4.7		6.7	6.5	5.18
	6.7	6.5	3.65		6.7	6.5	4.25		6.7	6.5	4.65		6.7	6.5	4.84		6.7	6.5	5.04
	6.7	6.5	3.87		6.7	6.5	4.33		6.7	6.5	4.67		6.7	6.5	4.83		6.7	6.5	5.06
22/08/2019	6.7	6.5	3.75	23/08/2019	6.7	6.5	4.14	26/08/2019	6.7	6.5	4.69	27/08/2019	6.7	6.5	4.8	28/08/2019	6.7	6.5	5.12
	6.7	6.5	3.79		6.7	6.5	4.45		6.7	6.5	4.8		6.7	6.5	4.9		6.7	6.5	5.17
	6.7	6.5	3.81		6.7	6.5	4.35		6.7	6.5	4.85		6.7	6.5	4.92		6.7	6.5	5.2
	6.7	6.5	3.84		6.7	6.5	4.37		6.7	6.5	4.87		6.7	6.5	4.96		6.7	6.5	5.25
	6.7	6.5	3.86		6.7	6.5	4.32		6.7	6.5	4.52		6.7	6.5	4.94		6.7	6.5	5.28
	6.7	6.5	3.96		6.7	6.5	4.42		6.7	6.5	4.5		6.7	6.5	4.99		6.7	6.5	5.27
	6.7	6.5	3.92		6.7	6.5	4.41		6.7	6.5	4.63		6.7	6.5	4.98		6.7	6.5	5.2
	6.7	6.5	3.96		6.7	6.5	4.46		6.7	6.5	4.67		6.7	6.5	4.79		6.7	6.5	5.1
	6.7	6.5	3.91		6.7	6.5	4.42		6.7	6.5	4.51		6.7	6.5	4.72		6.7	6.5	5.29
	6.7	6.5	3.99		6.7	6.5	4.23		6.7	6.5	4.58		6.7	6.5	4.74		6.7	6.5	5.23

pH Fase mesófila - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	valor
	6.7	6.5	5.48		6.7	6.5	5.62		6.7	6.5	5.85		6.7	6.5	6.12
	6.7	6.5	5.44		6.7	6.5	5.6		6.7	6.5	5.82		6.7	6.5	6.54
	6.7	6.5	5.43		6.7	6.5	5.69		6.7	6.5	5.8		6.7	6.5	6.45
	6.7	6.5	5.4		6.7	6.5	5.66		6.7	6.5	5.95		6.7	6.5	6.89
	6.7	6.5	5.49		6.7	6.5	5.7		6.7	6.5	5.92		6.7	6.5	6.74
	6.7	6.5	5.5		6.7	6.5	5.72		6.7	6.5	5.96		6.7	6.5	6.9
29/08/2019	6.7	6.5	5.52	30/08/2019	6.7	6.5	5.76	02/09/2019	6.7	6.5	5.93	03/09/2019	6.7	6.5	6.47
	6.7	6.5	5.55		6.7	6.5	5.78		6.7	6.5	5.84		6.7	6.5	6.39
	6.7	6.5	5.59		6.7	6.5	5.77		6.7	6.5	5.91		6.7	6.5	6.13
	6.7	6.5	5.42		6.7	6.5	5.65		6.7	6.5	5.87		6.7	6.5	6.16
	6.7	6.5	5.57		6.7	6.5	5.52		6.7	6.5	5.83		6.7	6.5	6.98
	6.7	6.5	5.35		6.7	6.5	5.56		6.7	6.5	5.9		6.7	6.5	6.89
	6.7	6.5	5.38		6.7	6.5	5.64		6.7	6.5	5.88		6.7	6.5	6.63
	6.7	6.5	5.3		6.7	6.5	5.51		6.7	6.5	5.81		6.7	6.5	6.17
	6.7	6.5	5.33		6.7	6.5	5.71		6.7	6.5	5.86		6.7	6.5	6.11
	6.7	6.5	5.37		6.7	6.5	5.54		6.7	6.5	5.99		6.7	6.5	6.19

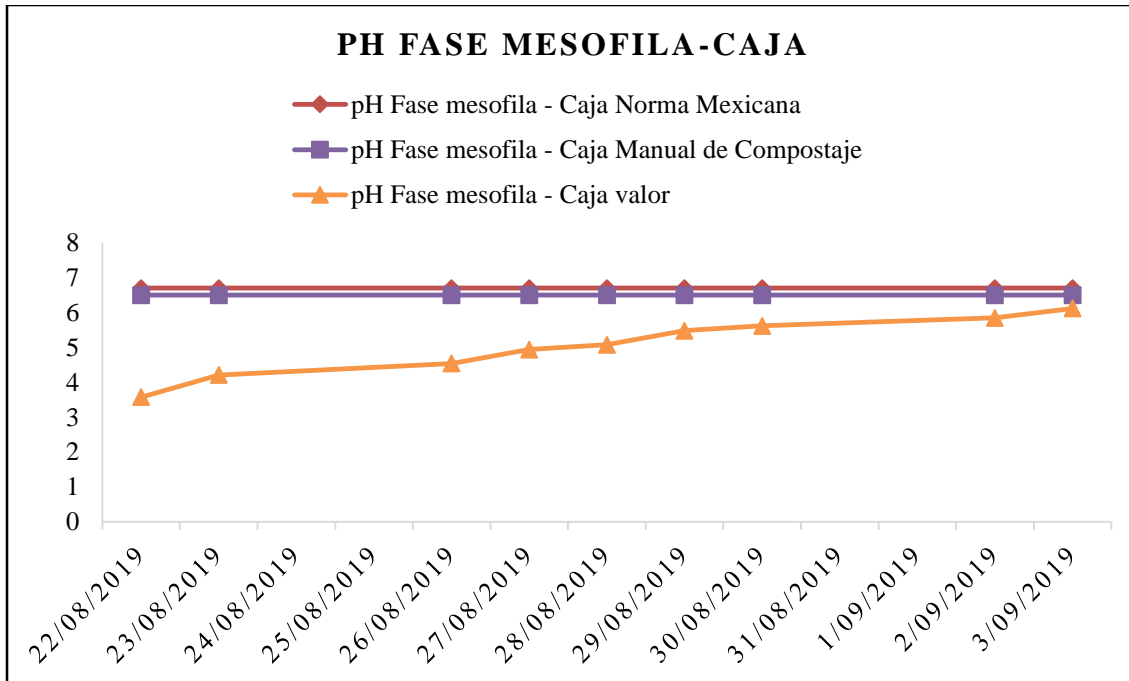


Figura 62: pH en la fase mesófila del sistema en caja

4.8.8.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 6.7 y el Manual de Compostaje es de 6.5 de pH, por último el promedio Mesófila de caja es de 5.13, observando la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la norma mexicana y del manual de compostaje en la fase Mesófila.

4.8.9. pH fase termofílica

Tabla 47
pH fase termófila

pH Fase Termofílica - Caja																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
06/09/2019	7.2	6.0	7.12	09/09/2019	7.2	6.0	7.39	12/09/2019	7.2	6.0	7.54	15/09/2019	7.2	6.0	8.10	18/09/2019	7.2	6.0	8.26
	7.2	6.0	7.11		7.2	6.0	7.37		7.2	6.0	7.56		7.2	6.0	8.15		7.2	6.0	8.31
	7.2	6.0	7.15		7.2	6.0	7.29		7.2	6.0	7.46		7.2	6.0	8.14		7.2	6.0	8.35
	7.2	6.0	7.14		7.2	6.0	7.28		7.2	6.0	7.41		7.2	6.0	8.11		7.2	6.0	8.39
	7.2	6.0	7.16		7.2	6.0	7.35		7.2	6.0	7.50		7.2	6.0	8.24		7.2	6.0	8.36
	7.2	6.0	7.13		7.2	6.0	7.32		7.2	6.0	7.48		7.2	6.0	8.26		7.2	6.0	8.41
	7.2	6.0	7.18		7.2	6.0	7.35		7.2	6.0	7.45		7.2	6.0	8.29		7.2	6.0	8.45
	7.2	6.0	7.09		7.2	6.0	7.33		7.2	6.0	7.49		7.2	6.0	8.05		7.2	6.0	8.43
	7.2	6.0	7.04		7.2	6.0	7.45		7.2	6.0	7.56		7.2	6.0	8.07		7.2	6.0	8.45
	7.2	6.0	7.23		7.2	6.0	7.41		7.2	6.0	7.52		7.2	6.0	8.19		7.2	6.0	8.33
	7.2	6.0	7.24		7.2	6.0	7.49		7.2	6.0	7.44		7.2	6.0	8.16		7.2	6.0	8.40
	7.2	6.0	7.26		7.2	6.0	7.34		7.2	6.0	7.53		7.2	6.0	8.25		7.2	6.0	8.34
	7.2	6.0	7.29		7.2	6.0	7.31		7.2	6.0	7.40		7.2	6.0	8.22		7.2	6.0	8.34
	7.2	6.0	7.12		7.2	6.0	7.36		7.2	6.0	7.6		7.2	6.0	8.29		7.2	6.0	8.26
	7.2	6.0	7.07		7.2	6.0	7.24		7.2	6.0	7.55		7.2	6.0	8.27		7.2	6.0	8.22
	7.2	6.0	7.22		7.2	6.0	7.26		7.2	6.0	7.47		7.2	6.0	8.22		7.2	6.0	8.48

pH Fase Termofílica - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
22/09/2019	7.2	6.0	8.56	26/09/2019	7.2	6.0	7.65	30/09/2019	7.2	6.0	7.85	02/10/2019	7.2	6.0	8.75	04/10/2019	7.2	6.0	9.15
	7.2	6.0	8.65		7.2	6.0	7.73		7.2	6.0	7.80		7.2	6.0	8.78		7.2	6.0	9.26
	7.2	6.0	8.54		7.2	6.0	7.76		7.2	6.0	7.67		7.2	6.0	8.71		7.2	6.0	9.16
	7.2	6.0	8.57		7.2	6.0	7.69		7.2	6.0	7.64		7.2	6.0	8.82		7.2	6.0	9.23
	7.2	6.0	8.50		7.2	6.0	7.74		7.2	6.0	7.89		7.2	6.0	8.84		7.2	6.0	9.12
	7.2	6.0	8.63		7.2	6.0	7.76		7.2	6.0	7.81		7.2	6.0	8.86		7.2	6.0	9.10
	7.2	6.0	8.42		7.2	6.0	7.75		7.2	6.0	7.77		7.2	6.0	8.72		7.2	6.0	9.11
	7.2	6.0	8.69		7.2	6.0	7.63		7.2	6.0	7.86		7.2	6.0	8.79		7.2	6.0	9.16
	7.2	6.0	8.47		7.2	6.0	7.72		7.2	6.0	7.93		7.2	6.0	8.46		7.2	6.0	9.20
	7.2	6.0	8.52		7.2	6.0	7.75		7.2	6.0	7.71		7.2	6.0	8.94		7.2	6.0	9.24
	7.2	6.0	8.53		7.2	6.0	7.70		7.2	6.0	7.83		7.2	6.0	8.73		7.2	6.0	9.22
	7.2	6.0	8.67		7.2	6.0	7.67		7.2	6.0	7.74		7.2	6.0	8.98		7.2	6.0	9.15
	7.2	6.0	8.51		7.2	6.0	7.62		7.2	6.0	7.91		7.2	6.0	8.91		7.2	6.0	9.19
	7.2	6.0	8.53		7.2	6.0	7.69		7.2	6.0	7.92		7.2	6.0	8.74		7.2	6.0	9.27
	7.2	6.0	8.67		7.2	6.0	7.71		7.2	6.0	7.97		7.2	6.0	8.96		7.2	6.0	9.17
	7.2	6.0	8.61		7.2	6.0	7.76		7.2	6.0	7.94		7.2	6.0	8.77		7.2	6.0	9.24

pH Fase Termofílica - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
07/10/2019	7.2	6.0	9.33	10/10/2019	7.2	6.0	9.60	14/10/2019	7.2	6.0	9.45
	7.2	6.0	9.28		7.2	6.0	9.54		7.2	6.0	9.65
	7.2	6.0	9.48		7.2	6.0	9.63		7.2	6.0	9.68
	7.2	6.0	9.36		7.2	6.0	9.66		7.2	6.0	9.74
	7.2	6.0	9.41		7.2	6.0	9.55		7.2	6.0	9.71
	7.2	6.0	9.45		7.2	6.0	9.62		7.2	6.0	9.80
	7.2	6.0	9.59		7.2	6.0	9.64		7.2	6.0	9.77
	7.2	6.0	9.39		7.2	6.0	9.69		7.2	6.0	9.78
	7.2	6.0	9.53		7.2	6.0	9.53		7.2	6.0	9.74
	7.2	6.0	9.48		7.2	6.0	9.70		7.2	6.0	9.72
	7.2	6.0	9.46		7.2	6.0	9.75		7.2	6.0	9.88
	7.2	6.0	9.38		7.2	6.0	9.73		7.2	6.0	9.82
	7.2	6.0	9.50		7.2	6.0	9.67		7.2	6.0	9.89
	7.2	6.0	9.56		7.2	6.0	9.78		7.2	6.0	9.81
	7.2	6.0	9.46		7.2	6.0	9.62		7.2	6.0	9.77
7.2	6.0	9.43	7.2	6.0	9.77	7.2	6.0	9.85			

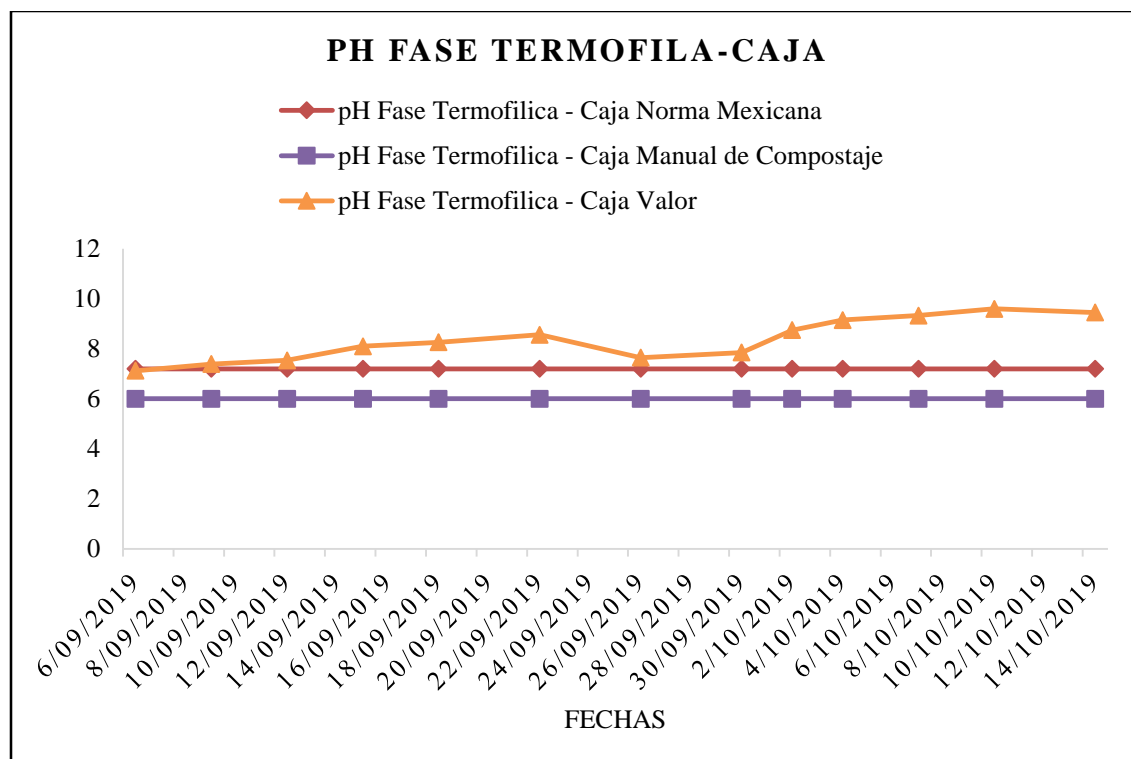


Figura 63: pH en la fase termófila del sistema en caja

4.8.9.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 7.2 y el Manual de Compostaje es de 6.0 de pH, por último el promedio termófila de caja es de 8.42, observando la gráfica se puede decir que supero la norma mexicana y del manual de compostaje en la fase termófila.

4.8.10. pH fase enfriamiento o mesófila II

Tabla 48

pH fase de enfriamiento o mesófila II

pH Fase Mesófila II - Caja															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
21/10/2019	7.8	8.5	8.14	24/10/2019	7.8	8.5	8.25	27/10/2019	7.8	8.5	7.15	30/10/2019	7.8	8.5	8.45
	7.8	8.5	8.05		7.8	8.5	8.15		7.8	8.5	7.08		7.8	8.5	8.52
	7.8	8.5	8.32		7.8	8.5	8.32		7.8	8.5	7.54		7.8	8.5	8.15
	7.8	8.5	8.06		7.8	8.5	8.65		7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	8.29
	7.8	8.5	8.30		7.8	8.5	8.14		7.8	8.5	7.41		7.8	8.5	8.44
	7.8	8.5	8.27		7.8	8.5	8.17		7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	8.56
	7.8	8.5	8.11		7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.29		7.8	8.5	8.5
	7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	8.35		7.8	8.5	7.15		7.8	8.5	8.22
	7.8	8.5	8.09		7.8	8.5	8.24		7.8	8.5	7.28		7.8	8.5	8.10
	7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	8.10		7.8	8.5	7.30		7.8	8.5	8.26
	7.8	8.5	8.06		7.8	8.5	8.27		7.8	8.5	7.15		7.8	8.5	8.45
	7.8	8.5	8.10		7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	8.33
	7.8	8.5	8.16		7.8	8.5	8.29		7.8	8.5	7.45		7.8	8.5	8.35
	7.8	8.5	8.44		7.8	8.5	8.41		7.8	8.5	7.48		7.8	8.5	8.39
	7.8	8.5	8.35		7.8	8.5	8.40		7.8	8.5	7.20		7.8	8.5	8.49
	7.8	8.5	8.37		7.8	8.5	8.44		7.8	8.5	7.49		7.8	8.5	8.47

pH Fase Mesófila II - Caja															
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor

	7.8	8.5	8.23		7.8	8.5	7.56		7.8	8.5	7.59		7.8	8.5	7.29
	7.8	8.5	8.08		7.8	8.5	7.33		7.8	8.5	7.60		7.8	8.5	7.52
	7.8	8.5	8.10		7.8	8.5	7.46		7.8	8.5	7.65		7.8	8.5	7.56
	7.8	8.5	8.15		7.8	8.5	7.35		7.8	8.5	7.54		7.8	8.5	7.45
	7.8	8.5	8.22		7.8	8.5	7.32		7.8	8.5	7.56		7.8	8.5	7.42
	7.8	8.5	8.29		7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	7.50		7.8	8.5	7.33
02/11/2019	7.8	8.5	8.33	05/11/2019	7.8	8.5	7.28	08/11/2019	7.8	8.5	7.48	11/11/2019	7.8	8.5	7.35
	7.8	8.5	8.39		7.8	8.5	7.24		7.8	8.5	7.42		7.8	8.5	7.50
	7.8	8.5	8.36		7.8	8.5	7.10		7.8	8.5	7.36		7.8	8.5	7.23
	7.8	8.5	8.41		7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	7.38		7.8	8.5	7.45
	7.8	8.5	8.43		7.8	8.5	7.20		7.8	8.5	7.36		7.8	8.5	7.36
	7.8	8.5	8.46		7.8	8.5	7.15		7.8	8.5	7.45		7.8	8.5	7.34
	7.8	8.5	8.22		7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	7.42		7.8	8.5	7.48
	7.8	8.5	8.33		7.8	8.5	7.30		7.8	8.5	7.65		7.8	8.5	7.46
	7.8	8.5	8.39		7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	7.38		7.8	8.5	7.45
	7.8	8.5	8.36		7.8	8.5	7.08		7.8	8.5	7.36		7.8	8.5	7.40

pH Fase Mesófila II - Caja											
Fecha	Norma Mexicana			Fecha	Norma Mexicana			Fecha	Norma Mexicana		
	Manual de Compostaje	Valor			Manual de Compostaje	Valor			Manual de Compostaje	Valor	
14/11/2019	7.8	8.5	7.32	18/11/2019	7.8	8.5	8.65	22/11/2019	7.8	8.5	8.29
	7.8	8.5	7.37		7.8	8.5	8.52		7.8	8.5	8.33
	7.8	8.5	7.41		7.8	8.5	8.6		7.8	8.5	8.39
	7.8	8.5	7.45		7.8	8.5	8.62		7.8	8.5	8.42
	7.8	8.5	7.49		7.8	8.5	8.67		7.8	8.5	8.36
	7.8	8.5	7.36		7.8	8.5	8.45		7.8	8.5	8.25
	7.8	8.5	7.37		7.8	8.5	8.49		7.8	8.5	8.41
	7.8	8.5	7.22		7.8	8.5	8.43		7.8	8.5	8.46
	7.8	8.5	7.25		7.8	8.5	8.40		7.8	8.5	8.44
	7.8	8.5	7.54		7.8	8.5	8.55		7.8	8.5	8.33
	7.8	8.5	7.26		7.8	8.5	8.59		7.8	8.5	8.39
	7.8	8.5	7.29		7.8	8.5	8.56		7.8	8.5	8.36
	7.8	8.5	7.37		7.8	8.5	8.52		7.8	8.5	8.38

7.8	8.5	7.48	7.8	8.5	8.59	7.8	8.5	8.25
7.8	8.5	7.44	7.8	8.5	8.56	7.8	8.5	8.28
7.8	8.5	7.42	7.8	8.5	8.49	7.8	8.5	8.27

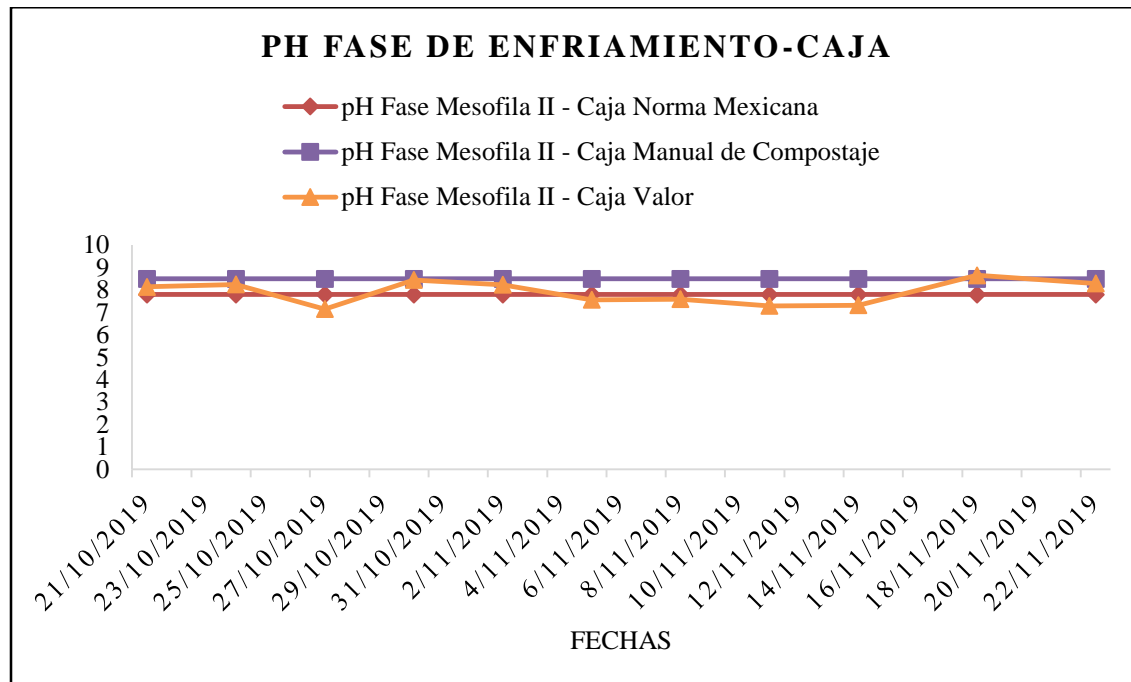


Figura 64: pH fase enfriamiento del sistema en caja

4.8.10.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 7.8 y el Manual de Compostaje es de 8.5 de pH, por último el promedio enfriamiento de caja es de 7.90, observando la gráfica se puede decir que se encuentra dentro del manual de compostaje pero supero la norma mexicana en la fase enfriamiento.

4.8.11. pH fase maduración

Tabla 49
pH fase de maduración

Fase Madurez - Caja																			
Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
13/12/2019	8.5	6.5	6.16	16/12/2019	8.5	6.5	6.22	19/12/2019	8.5	6.5	7.15	23/12/2019	8.5	6.5	6.34	26/12/2019	8.5	6.5	6.59
	8.5	6.5	6.08		8.5	6.5	6.29		8.5	6.5	7.07		8.5	6.5	6.56		8.5	6.5	6.45
	8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	6.37		8.5	6.5	7.19		8.5	6.5	6.24		8.5	6.5	6.47
	8.5	6.5	6.55		8.5	6.5	6.25		8.5	6.5	7.10		8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	6.66
	8.5	6.5	6.45		8.5	6.5	6.09		8.5	6.5	7.05		8.5	6.5	6.42		8.5	6.5	6.44
	8.5	6.5	6.49		8.5	6.5	6.18		8.5	6.5	7.24		8.5	6.5	6.31		8.5	6.5	6.58
	8.5	6.5	6.27		8.5	6.5	6.25		8.5	6.5	7.28		8.5	6.5	6.45		8.5	6.5	6.41
	8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	6.21		8.5	6.5	7.25		8.5	6.5	6.36		8.5	6.5	6.64
	8.5	6.5	6.34		8.5	6.5	6.28		8.5	6.5	7.13		8.5	6.5	6.33		8.5	6.5	6.43
	8.5	6.5	6.38		8.5	6.5	6.23		8.5	6.5	7.29		8.5	6.5	6.52		8.5	6.5	6.51
8.5	6.5	6.42	8.5	6.5	6.44	8.5	6.5	7.26	8.5	6.5	6.30	8.5	6.5	6.40					
8.5	6.5	6.27	8.5	6.5	6.32	8.5	6.5	7.11	8.5	6.5	6.25	8.5	6.5	6.52					
8.5	6.5	6.18	8.5	6.5	6.41	8.5	6.5	7.13	8.5	6.5	6.47	8.5	6.5	6.43					
8.5	6.5	6.46	8.5	6.5	6.47	8.5	6.5	7.08	8.5	6.5	6.39	8.5	6.5	6.54					
8.5	6.5	6.33	8.5	6.5	6.36	8.5	6.5	7.25	8.5	6.5	6.29	8.5	6.5	6.48					
8.5	6.5	6.42	8.5	6.5	6.18	8.5	6.5	7.22	8.5	6.5	6.21	8.5	6.5	6.67					

Fase Madurez - Caja

Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor	Fecha	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	Valor
30/12/2020	8.5	6.5	7.38	03/01/2020	8.5	6.5	7.59	06/01/2020	8.5	6.5	6.28	10/01/2020	8.5	6.5	7.22
	8.5	6.5	7.52		8.5	6.5	7.63		8.5	6.5	6.15		8.5	6.5	7.33
	8.5	6.5	7.56		8.5	6.5	7.57		8.5	6.5	6.16		8.5	6.5	7.44
	8.5	6.5	7.48		8.5	6.5	7.53		8.5	6.5	6.09		8.5	6.5	7.35
	8.5	6.5	7.32		8.5	6.5	7.54		8.5	6.5	6.24		8.5	6.5	7.45
	8.5	6.5	7.45		8.5	6.5	7.78		8.5	6.5	6.28		8.5	6.5	7.38
	8.5	6.5	7.33		8.5	6.5	7.66		8.5	6.5	6.37		8.5	6.5	7.41
	8.5	6.5	7.56		8.5	6.5	7.72		8.5	6.5	6.32		8.5	6.5	7.34
	8.5	6.5	7.49		8.5	6.5	7.60		8.5	6.5	6.36		8.5	6.5	7.45
	8.5	6.5	7.54		8.5	6.5	7.76		8.5	6.5	6.23		8.5	6.5	7.38
	8.5	6.5	7.50		8.5	6.5	7.74		8.5	6.5	6.37		8.5	6.5	7.49
	8.5	6.5	7.35		8.5	6.5	7.58		8.5	6.5	6.22		8.5	6.5	7.32
	8.5	6.5	7.41		8.5	6.5	7.56		8.5	6.5	6.27		8.5	6.5	7.52
	8.5	6.5	7.44		8.5	6.5	7.68		8.5	6.5	6.21		8.5	6.5	7.54
	8.5	6.5	7.35		8.5	6.5	7.51		8.5	6.5	6.34		8.5	6.5	7.59
	8.5	6.5	7.34		8.5	6.5	7.65		8.5	6.5	6.29		8.5	6.5	7.26

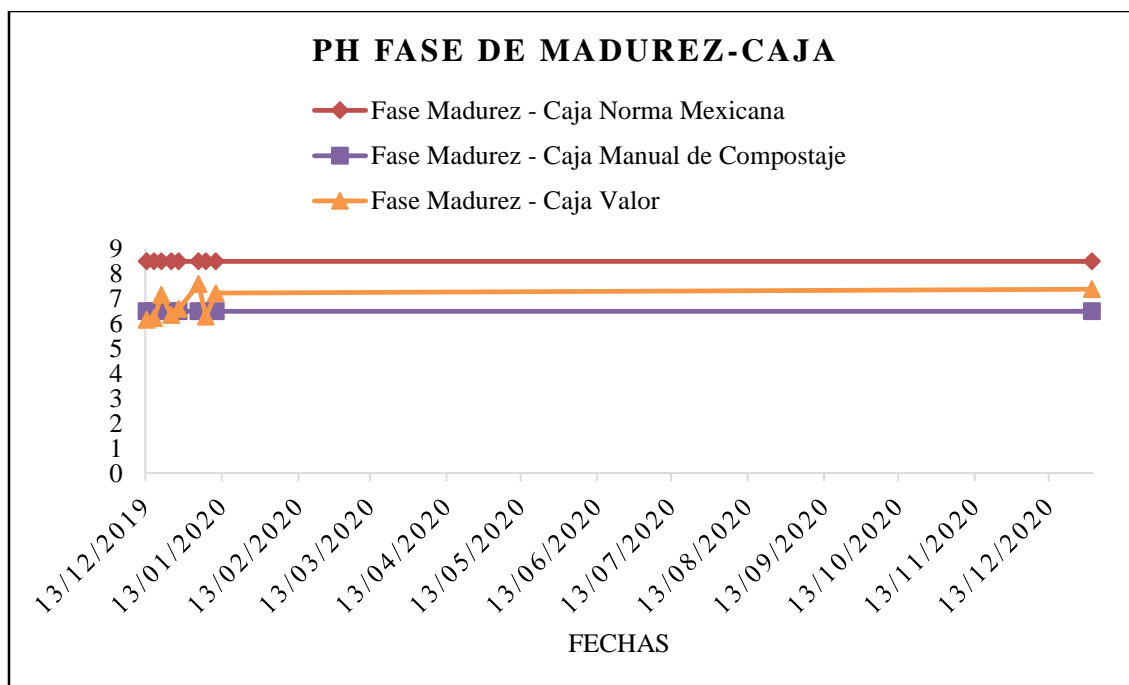


Figura 65: pH en la fase maduración del sistema en caja

4.8.11.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 8.5 y el Manual de Compostaje es de 6.5 de pH, por último el promedio maduración de caja es de 6.82, observando la gráfica se puede decir que se encuentra dentro de la norma mexicana pero supero el manual de compostaje en la fase maduración.

4.9. Comparación K – caja

Tabla 50

Comparación K - muestra caja

Norma Mexicana	Manual de Compostaje	K (mg/L)	K (%)
3.00%	1.00%	110	1.10%
3.00%	1.00%	100	1.00%
3.00%	1.00%	110	1.10%
3.00%	1.00%	135	1.35%
3.00%	1.00%	215	2.15%

3.00%	1.00%	155	1.55%
3.00%	1.00%	130	1.30%
3.00%	1.00%	175	1.75%
3.00%	1.00%	170	1.70%
3.00%	1.00%	150	1.50%
3.00%	1.00%	95	0.95%
3.00%	1.00%	135	1.35%
3.00%	1.00%	145	1.45%
3.00%	1.00%	195	1.95%
3.00%	1.00%	185	1.85%
3.00%	1.00%	155	1.55%

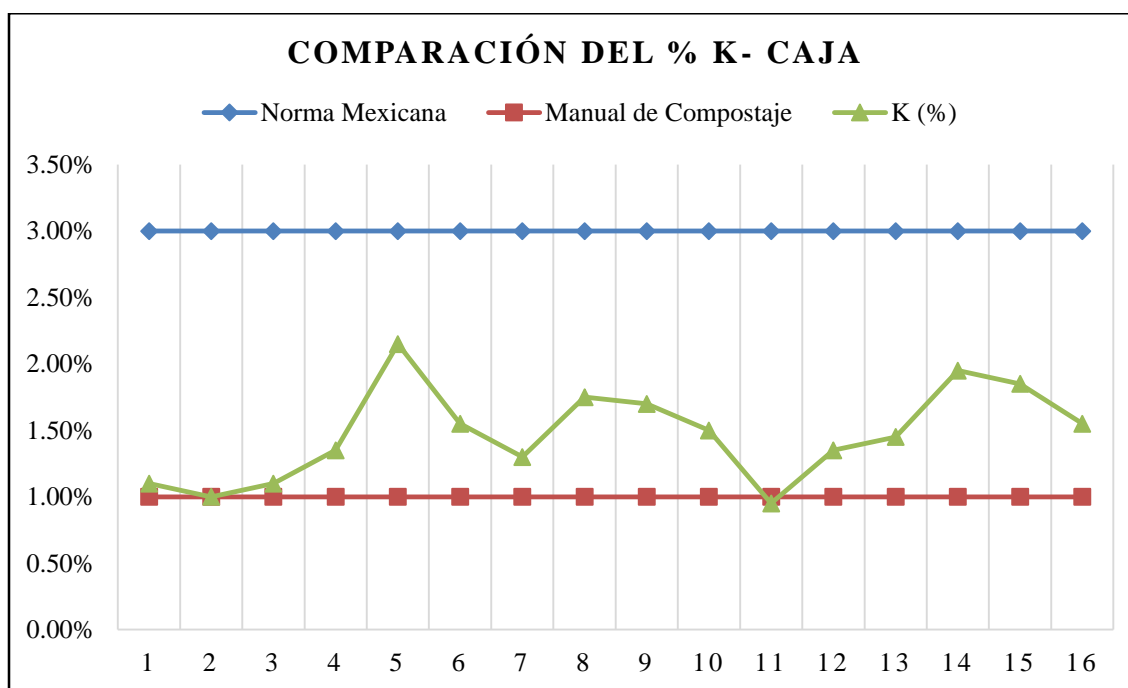


Figura 66: Comparación del % K del sistema en caja

4.9.1. Interpretación

Se determinó los resultados del potasio en el sistema de caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 3.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de potasio,

por último el promedio potasio de caja es de 1.47%, observándose la gráfica se puede decir que se encuentra dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en el potasio.

4.10. Comparación del P – caja

Tabla 51

Comparación del P - muestra caja

Norma Mexicana	Manual de Compostaje	P (mg/L)	P (%)
3.00%	1.00%	210	2.10%
3.00%	1.00%	190	1.90%
3.00%	1.00%	200	2.00%
3.00%	1.00%	240	2.40%
3.00%	1.00%	300	3.00%
3.00%	1.00%	220	2.20%
3.00%	1.00%	260	2.60%
3.00%	1.00%	260	2.60%
3.00%	1.00%	220	2.20%
3.00%	1.00%	260	2.60%
3.00%	1.00%	170	1.70%
3.00%	1.00%	230	2.30%
3.00%	1.00%	290	2.90%
3.00%	1.00%	290	2.90%
3.00%	1.00%	240	2.40%
3.00%	1.00%	240	2.40%

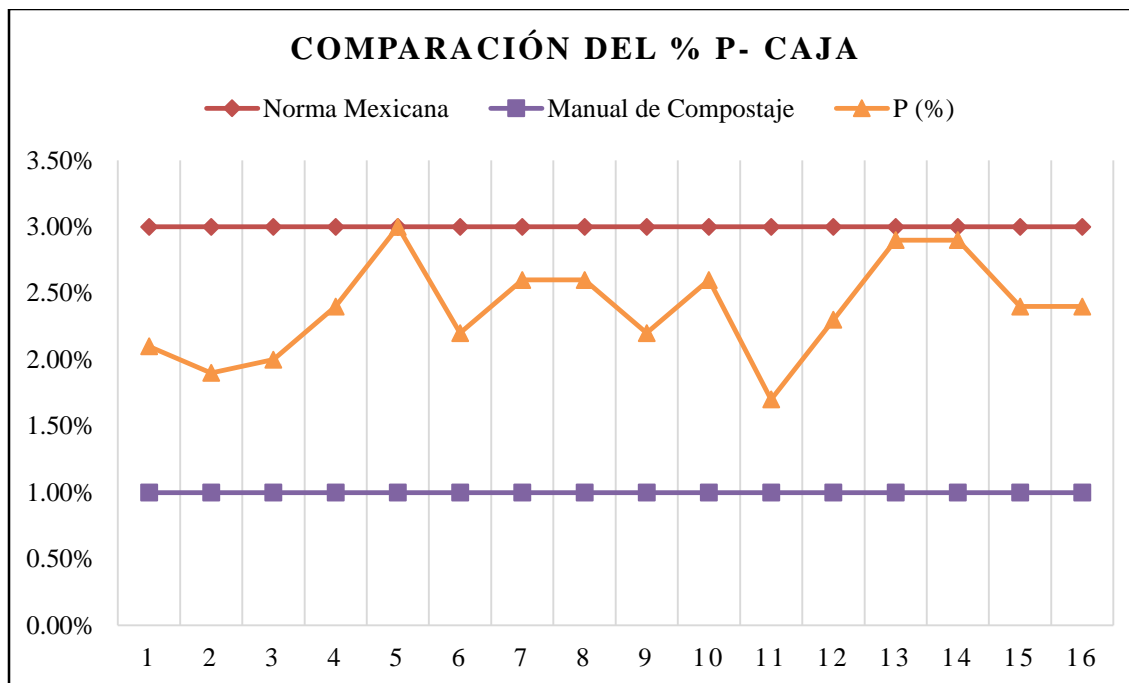


Figura 67: Comparación del % P del sistema en caja

4.10.1. Interpretación

Se determinó los resultados del fosforo en el sistema de caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 3.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de fosforo, por último el promedio fosforo de caja es de 2.38%, observándose la gráfica se puede decir que se encuentra dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en el fosforo.

4.11. Nitrógeno total – caja

Tabla 52

Nitrógeno total - muestra caja

MUESTRA CAJA		
Norma Mexicana	Manual de Compostaje	N
1.00%	1.00%	2.17%

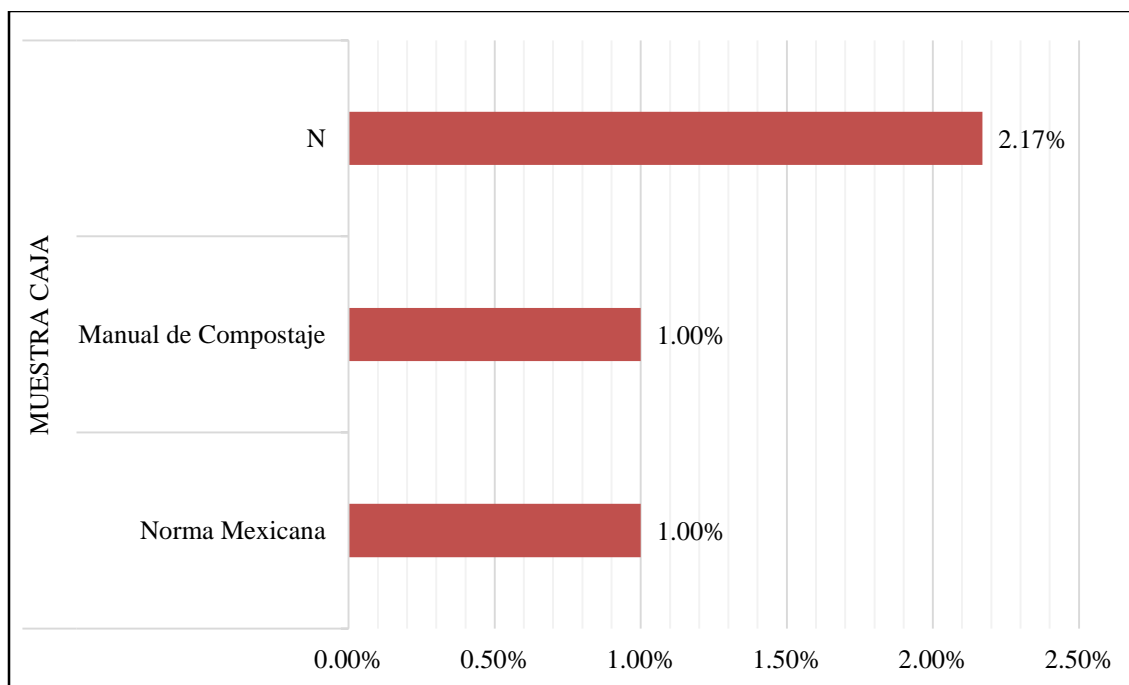


Figura 68: Comparación de % de nitrógeno del sistema en caja

4.11.1. Interpretación

Se determinó los resultados del nitrógeno en el sistema de caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 1.00% y el Manual de Compostaje es de 1.00% de fosforo, por último el promedio nitrógeno de caja es de 2,17%, observándose la gráfica se puede decir que supero la Norma Mexicana y el manual de compostaje en el nitrógeno.

4.12. Materia orgánica – caja

Tabla 53

Materia orgánica - muestra cajas

MATERIA ORGANICA - CAJAS

Nº	Peso/crisol	Desecador	Mufla	Norma mexicana	Manual de compostaje	% de m.a
1	21.16	26.29	23.09	30%	20%	13%
2	20.76	26.02	22.43	30%	20%	16%
3	22.51	27.58	24.03	30%	20%	17%
4	21.98	28.17	23.83	30%	20%	18%
5	22.81	28.22	26.56	30%	20%	19%
6	20.28	24.97	21.45	30%	20%	16%
7	20.26	26.44	21.99	30%	20%	20%
8	21.56	22.51	26.54	30%	20%	15%
9	21.97	28.89	24.16	30%	20%	19%
10	22.74	28.29	24.24	30%	20%	16%
11	21.81	25.52	22.80	30%	20%	11%
12	22.51	28.20	23.90	30%	20%	17%
13	22.01	25.94	23.04	30%	20%	12%
14	23.90	29.36	25.22	30%	20%	16%
15	21.65	26.09	22.70	30%	20%	14%
16	22.46	28.38	24.10	30%	20%	19%

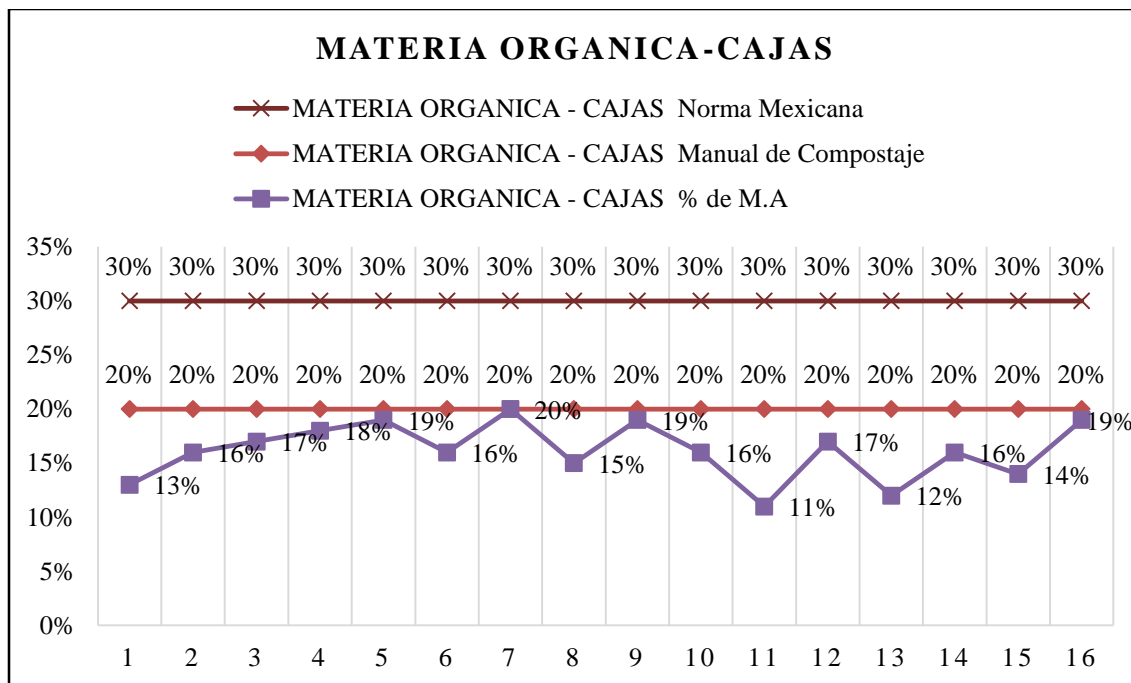


Figura 69: Materia orgánica del sistema en caja

4.12.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la materia orgánica del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30% y el Manual de Compostaje es de 20% de materia orgánica, por último el promedio materia orgánica de caja es de 16%, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana y del manual de compostaje en la materia orgánica.

4.13. pH caja / últimos días

Tabla 54
pH caja últimos días

MUESTRA DE CAJA

N°	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	PH
1	8.5	6.5	8.77
2	8.5	6.5	9.10
3	8.5	6.5	8.79
4	8.5	6.5	8.3
5	8.5	6.5	8.17
6	8.5	6.5	8.63
7	8.5	6.5	8.39
8	8.5	6.5	8.86
9	8.5	6.5	8.76
10	8.5	6.5	9.03
11	8.5	6.5	9.13
12	8.5	6.5	8.36
13	8.5	6.5	8.88
14	8.5	6.5	8.91
15	8.5	6.5	8.96
16	8.5	6.5	8.43

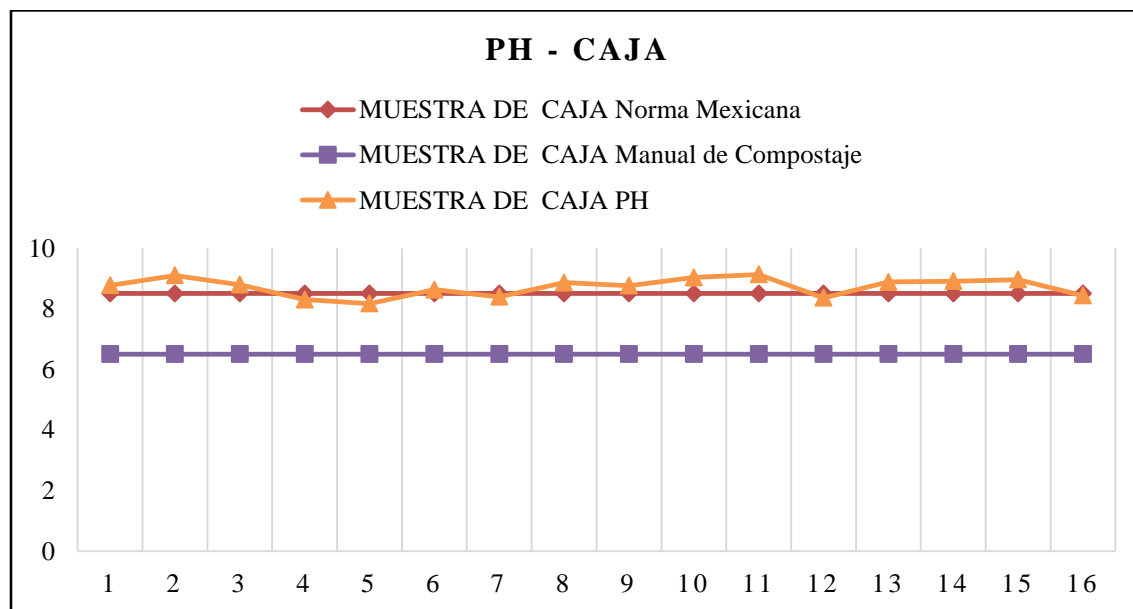


Figura 70: pH sistema caja

4.13.1. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 8.5 y el Manual de Compostaje es de 6.5 de pH, por último el promedio pH de caja es de 8.71%, observándose la gráfica se puede decir que supero la Norma Mexicana y el manual de compostaje en el pH.

4.14. Temperatura caja últimos días

Tabla 55

Temperatura caja últimos días

Muestra caja			
N°	Norma Mexicana	Manual de Compostaje	T°
1	30	22.72	27.0
2	30	22.72	25.90
3	30	22.72	26.2
4	30	22.72	26.4
5	30	22.72	26.5
6	30	22.72	26.00
7	30	22.72	26.5
8	30	22.72	26.7
9	30	22.72	27.2
10	30	22.72	25.8
11	30	22.72	26.4
12	30	22.72	26.9
13	30	22.72	26.3
14	30	22.72	26.9
15	30	22.72	27.0
16	30	22.72	27.1

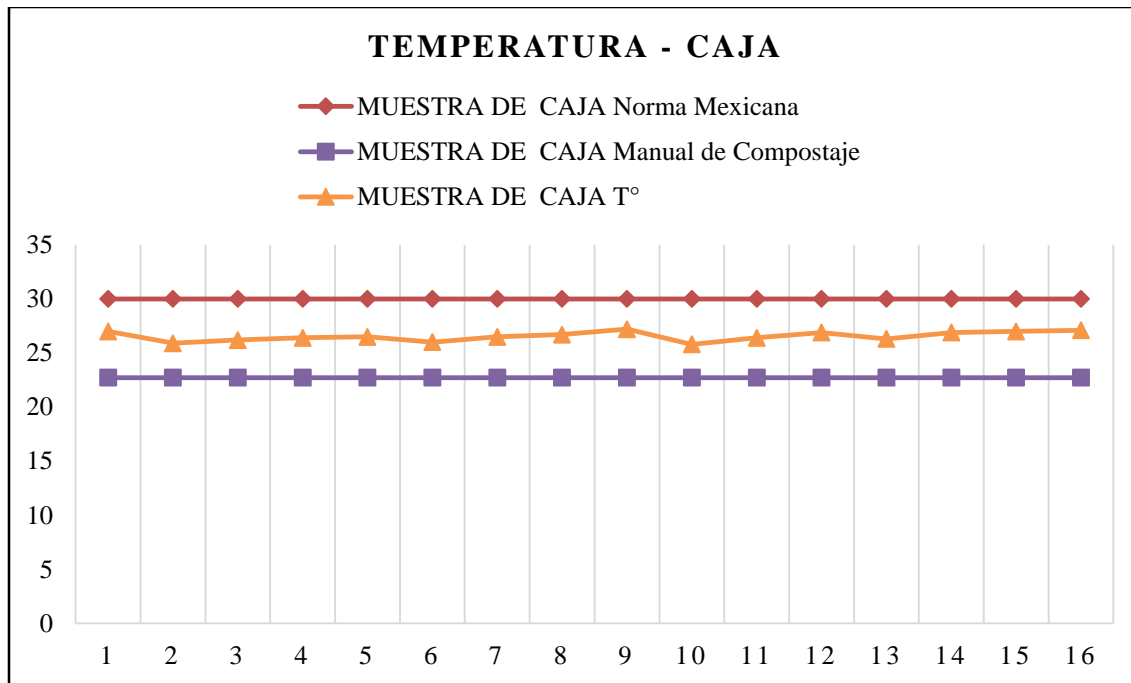


Figura 71: Temperatura del sistema en caja

4.14.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en caja y se pudo apreciar que los valores de la Norma Mexicana es de 30°C y el Manual de Compostaje es de 22.72°C de Temperatura, por último el promedio temperatura de caja es de 26.6°C, observándose la gráfica se puede decir que se encontró dentro de la Norma Mexicana pero supero el manual de compostaje en la temperatura.

4.15. Comparación de suelo y caja

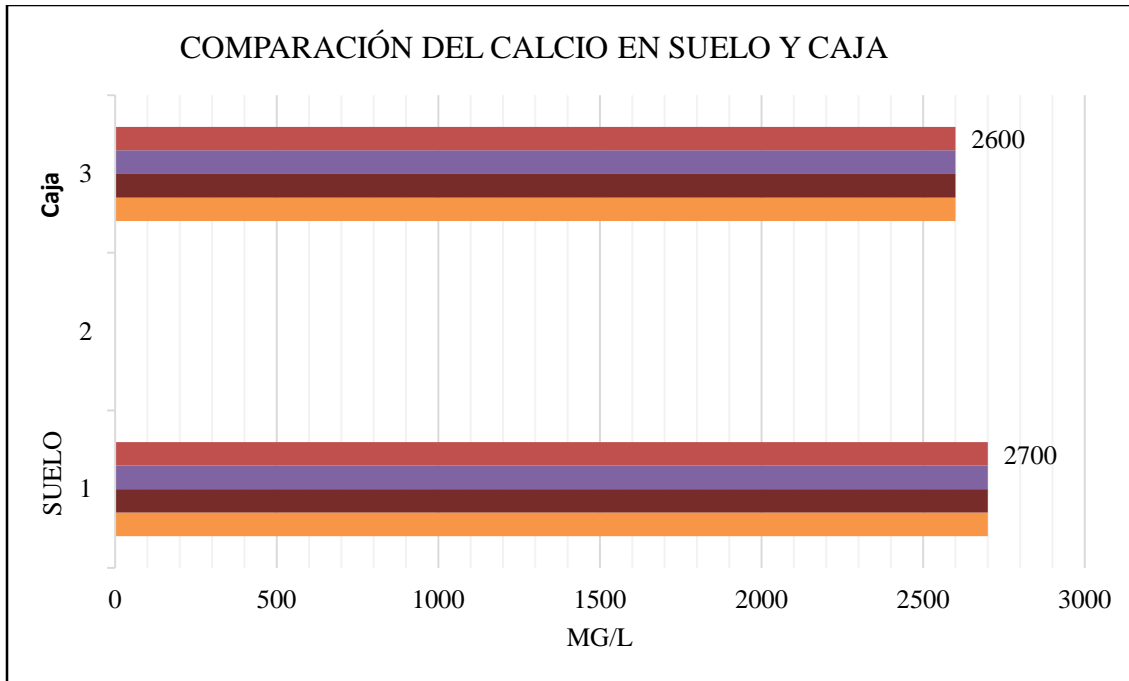


Figura 72: Comparación del Calcio del sistema suelo y caja

4.15.1.1. Interpretación

Se determinó los resultados del calcio del sistema en suelo y caja se pudo apreciar que el calcio en el sistema de cajas es de 2600 MG/L, en el sistema de suelo es de 2700 MG/L teniendo entre ellos una diferencia de 100 MG/L.

4.15.2. Comparación del pH en la caja y suelo

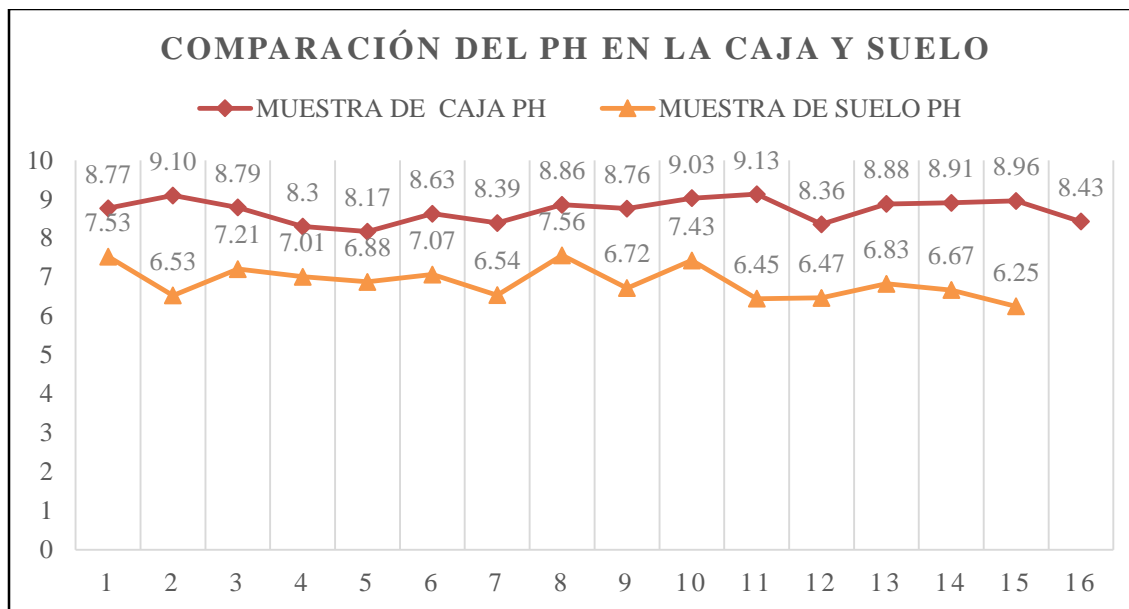


Figura 73: Comparación del pH en la caja y suelo

4.15.3. Interpretación

Se determinó los resultados del pH del sistema en suelo y caja, se pudo apreciar que el pH en el sistema de cajas teniendo como muestra 3 más baja 8.3 y la muestra 11 más alta 9.13, en el sistema de suelo teniendo como muestra 15 más baja 6.25 y la muestra 8 más alta 7.56.

4.16. Comparación de la temperatura en la caja y suelo

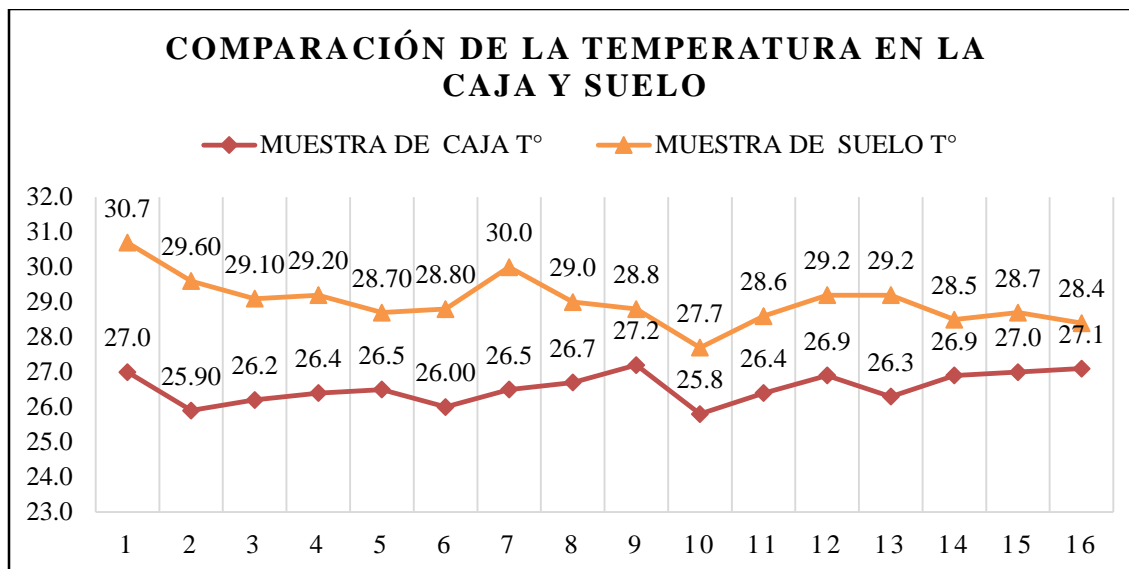


Figura 74: Comparación de la temperatura en la caja y suelo

4.16.1.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la temperatura del sistema en suelo y caja se pudo apreciar que la temperatura en el sistema de cajas teniendo como muestra 10 más baja 25.8°C y la muestra 9 más alta 27.2°C, en el sistema de suelo teniendo como muestra 10 más baja 27.7°C y la muestra 1 más alta 30.7°C.

4.16.2. Conductividad y temperatura del suelo

Tabla 56

Conductividad suelo muestra numero 16

MUESTRA SUELO #16		
T°	27.7	°C
CONDUCT.	4.6403	ms/cm

Tabla 57

Conductividad suelo muestra numero 11

MUESTRA CAJA #11		
------------------	--	--

T°	27.2	°C
CONDUC.	11.6058	ms/cm

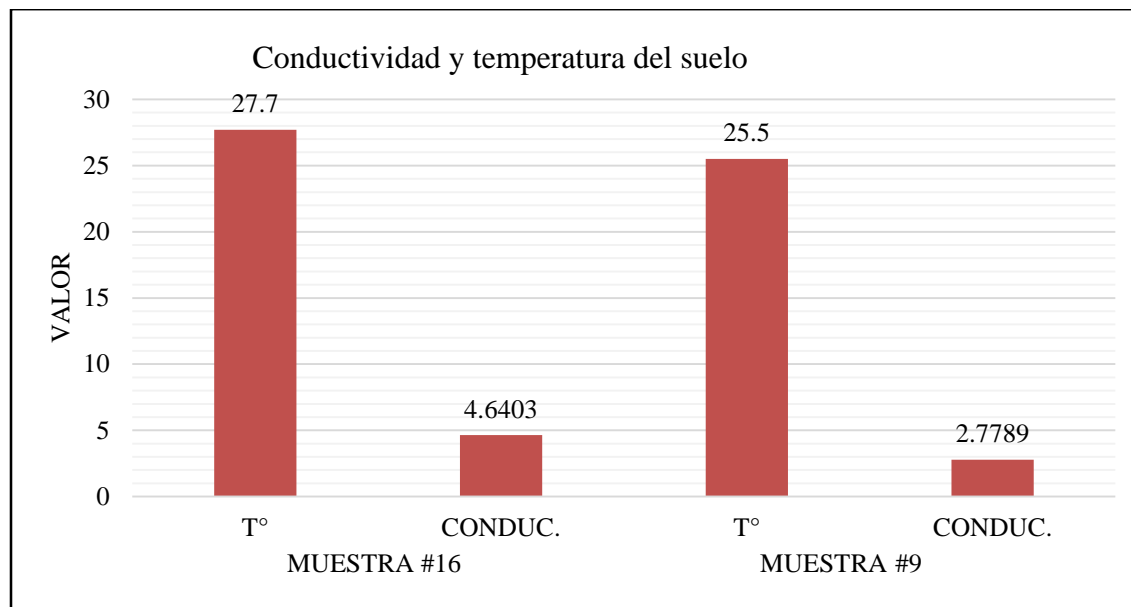


Figura 75: Conductividad y temperatura del sistema suelo

4.16.2.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la conductividad y temperatura del sistema en el suelo se pudo apreciar que la temperatura en el sistema de suelo la muestra 16 es de 27.7°C y su conductividad es de 4.6403 ms/cm y la muestra 9 tiene una temperatura de 25.5 °C y su conductividad es de 2.7789 ms/cm.

4.16.3. Conductividad y temperatura del suelo

Tabla 58
Conductividad suelo muestra numero 09

MUESTRA SUELO #9		
T°	25.5	°C
CONDUC.	2.7789	ms/cm

Tabla 59
Conductividad suelo muestra numero 05

MUESTRA CAJA #5		
T°	26.5	°C
CONDUC.	9.7301	ms/cm

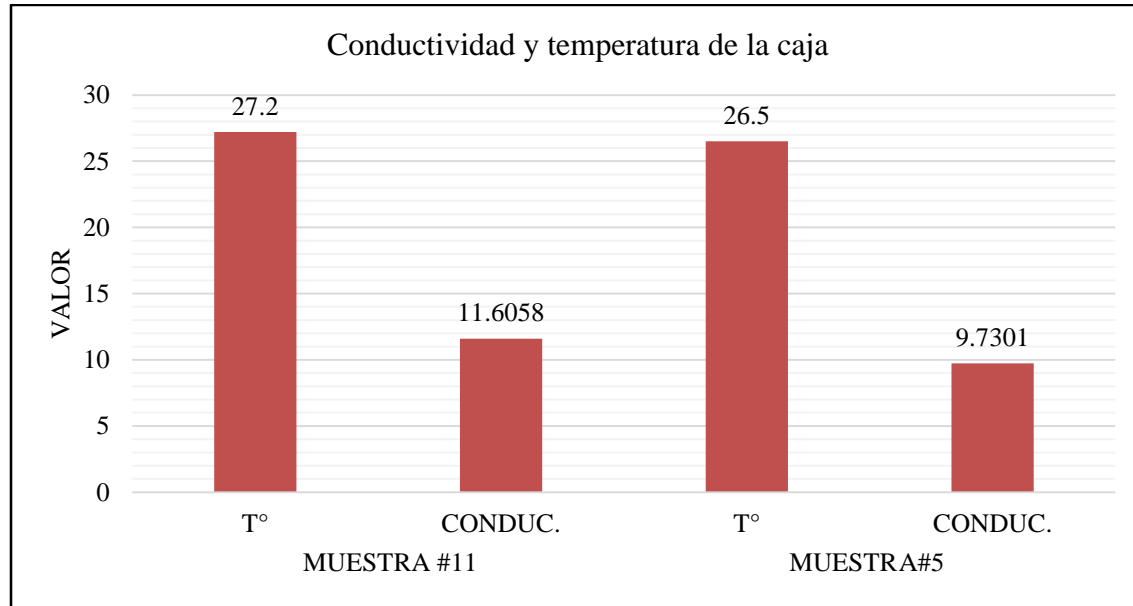


Figura 76: Conductividad y temperatura del sistema en suelo

4.16.3.1. Interpretación

Se determinó los resultados de la conductividad y temperatura del sistema en caja se pudo apreciar que la temperatura en el sistema de caja de la muestra 11 es de 27.2°C y su conductividad es de 11.6058 ms/cm y la muestra 5 tiene una temperatura de 26.5 °C y su conductividad es de 9.7301 ms/cm.

4.17. diseño estadístico de los parámetros analizados en el suelo y caja

4.17.1.1. humedad en el sistema de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto)

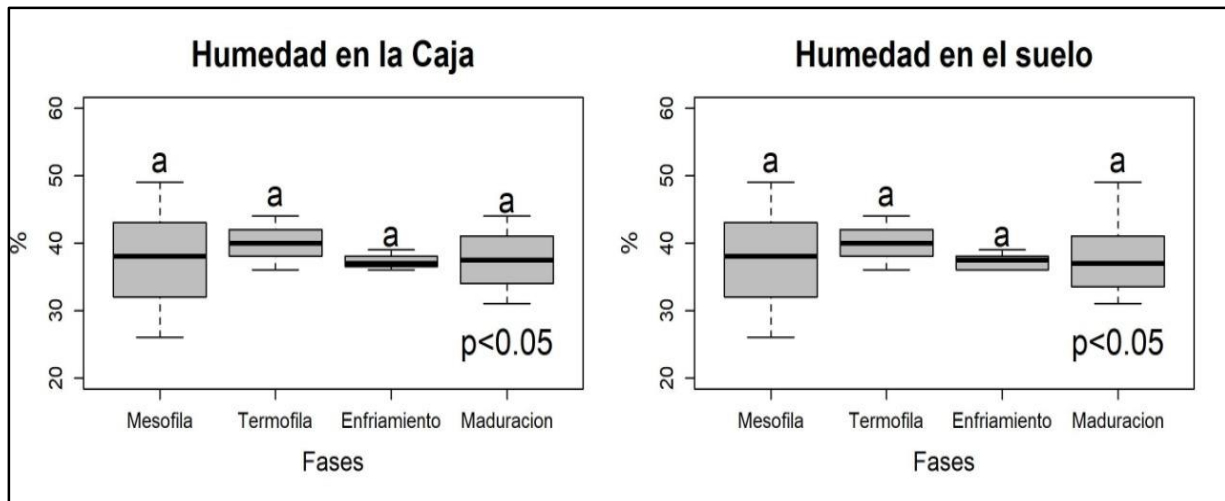


Figura 77: Comportamiento de la Humedad en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).

4.17.1.2. Discusión

Como podemos observar en la gráfica el p valor es < 0.05 es decir tiene un nivel de confianza del 95%, los valores de humedad de la caja durante la fase Mesófila fue de 37.78, en la fase termófila fue de 39.97, en la fase de enfriamiento fue de 37.46 y en la última fase de maduración es de 37.47, mientras que los valores de la humedad del suelo durante la fase Mesófila fue de 37.58, en la fase termófila fue de 39.95, en la fase de enfriamiento fue de 37.49 y en la última fase de maduración es de 37.41 por lo que se puede observar que se encuentra con unas mínimas diferencias entre ambos métodos. Según Carpio (2008), nos menciona que la humedad en la etapa inicial no debe superar el 50% a 60%. Los datos obtenidos se encuentran dentro del rango establecido según el autor citado ya que la influencia del clima y los flujos de aire aseguraron una mayor ventilación. Si la humedad en la fase de enfriamiento desciende por debajo del 35-40%, la actividad microbiana (principalmente las bacterias) desciende, pudiendo llegar hasta la inhibición, si es menor del 30% se convierte en un factor limitante para la descomposición. En la etapa de estabilización, el contenido en humedad requerido es menor,

puesto que lo que prevalecen son actinomicetos y hongos (Leonardo, 2003). La humedad en la etapa de maduración (Sistema de ventilación forzada), presenta valores un poco elevado en comparación de la humedad (sistema de pilas cielo abierto), debido a que el humedecimiento fueron quincenales desde el inicio hasta la etapa de maduración, posteriormente a consecuencia de la estabilización en la actividad biológica del proceso de compostaje, se disminuyó dicha frecuencia a humedecimientos mensuales (Smith, 2003).

4.17.1.3. Temperatura en el sistema de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto)

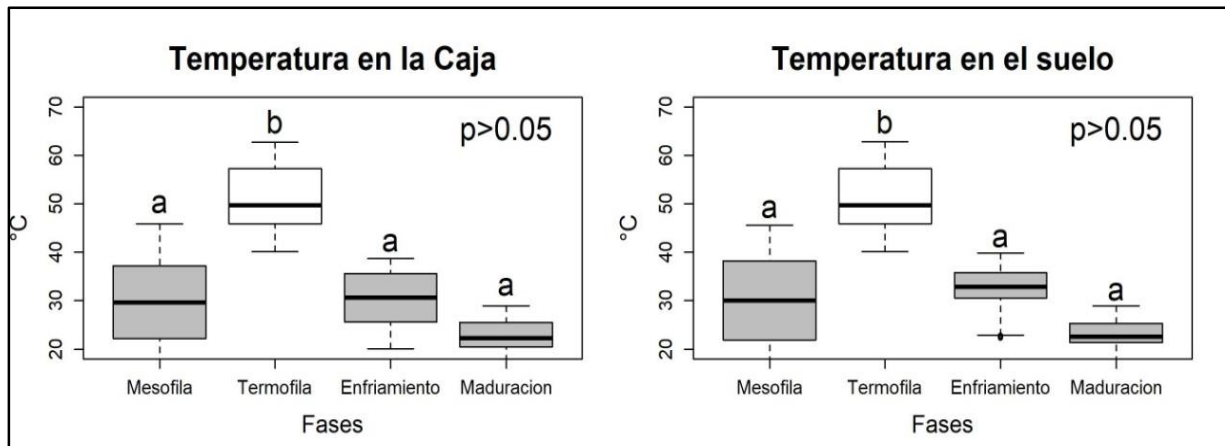


Figura 78: Comportamiento de la Temperatura en el Sistema de Ventilación Forzada (caja), Sistema Cielo Abierto (suelo).

4.17.1.4. Discusión

Como podemos observar en la gráfica el p valor es >0.05, es decir tiene un nivel de confianza del 95%, los valores de la temperatura en el sistema de ventilación forzada en caja en la fase Mesófila fue de 30.22°C, en la fase termófila fue de 51.04°C, en la fase de enfriamiento fue de 30.35°C y en la de maduración fue de 22.45°C; y lo valores de la temperatura en el sistema de pilas (suelo) en la fase mesófitas es de 30.43°C, en la fase termófila 51 °C, en la fase de enfriamiento es 32,57°C y en la fase de maduración de 23°C. Según Vargas (2007), una vez

construido el compostaje se evidencia un incremento de la temperatura de 35°C esta temperatura se alcanzó en el día 5, en nuestros resultados obtenidos se observa también de la idéntica representación una exageración de la temperatura al inicio del compostaje. Se observa tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial ($T < 45^{\circ}\text{C}$), al final de la cual se producen ácidos orgánicos; fase termófila ($T > 45^{\circ}\text{C}$); y fase mesófila final, considerando finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial. Cada especie de microorganismo tiene un intervalo de temperatura óptima en el que su actividad es mayor y más efectiva: 15 – 40 °C para los microorganismos mesófilos y 40 – 70 °C para los termófilos. Los microorganismos que resulten beneficiados a una temperatura concreta son los que principalmente descompondrán la materia orgánica del residuo, produciéndose un desprendimiento de calor. Este calor provoca una variación de la temperatura de la pila que dependerá de la adecuación de los demás factores a los intervalos óptimos, del tamaño de pila (el calor generado es proporcional al volumen o masa de la pila, pero la pérdida es proporcional a la superficie), de las condiciones ambientales y del tipo de adición de aire a la pila, ya sea con volteos o con aire a presión, muestran la evolución de la temperatura en pilas estáticas con aireación forzada y en pilas volteadas (Márquez, 2011). Según Segovia (2003), menciona que la mayoría de patógenos son eliminados en el proceso de compostaje, a temperaturas mayores de 55 °C por un tiempo de tres días. Por debajo de 20° C, las reacciones de transformación se retrasan considerablemente. La temperatura óptima del proceso se encuentra entre 45 y 60°C, sin embargo, cada microorganismo (hongos o bacterias) presenta una temperatura óptima en la que el crecimiento de sus células se ve afectada positivamente y, por ende, aumenta la velocidad de las reacciones de oxidación de la materia orgánica. En el proceso de compostaje se presentan tres fases en relación con la temperatura: una fase mesófila (temperatura menor de 45° C), una

fase termófila (temperatura mayor de 45° C) y una fase mesófila o de enfriamiento, cuando la temperatura alcanza valores cercanos a la ambiental. Estas fases se caracterizan por presentar poblaciones particulares de macro y microorganismos (Bueno, 2008).

4.17.1.5. *pH en el sistema de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto)*

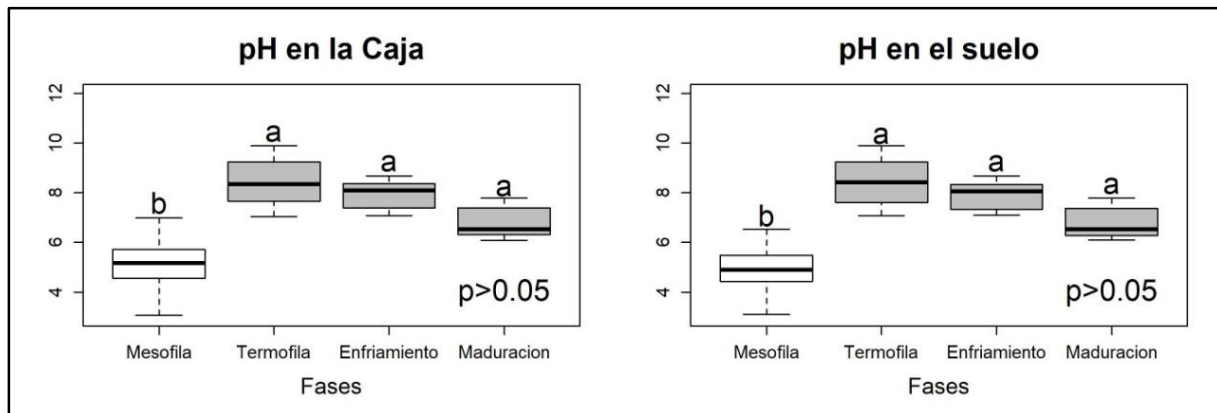


Figura 79: Comportamiento del pH en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).

4.17.1.6. *Discusión*

Como podemos observar en la gráfica el p valor es >0.05 es decir tiene un nivel de confianza del 95%, los valores del pH de la caja durante la fase Mesófila fueron de 5.13, en la fase termófila fue de 8.42, en la fase de enfriamiento fue de 7.90 y en la última fase de maduración es de 6.82; mientras que los valores del pH del suelo durante la fase Mesófila fue de 4.89, en la fase termófila fue de 8.46, en la fase de enfriamiento fue de 7.84 y en la última fase de maduración es de 6.80. Pascual, Moreno, Ros, y Carmen,(2015) nos indica que el pH disminuye por la formación de ácidos orgánicos originados por la acción de los microorganismos sobre los carbohidratos. Esta disminución del pH favorece el crecimiento de hongos que actúan sobre la celulosa y la lignina. En la Fase Termófila el pH aumento valores de 8 – 9, debido a la desaminación de proteínas y a la utilización por parte de los microorganismos de los ácidos

orgánicos producidos en la primera etapa y por la generación de amoníaco producido por el hidrólisis de las proteínas. Por último, el pH se estabiliza en valores cercanos a la neutralidad por la producción de compuestos húmicos, los cuales se comportan como buffer o tampón. La evolución del pH en el compostaje presenta tres fases. Durante la fase mesófila inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más hábil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Eventualmente, esta bajada inicial del pH puede ser muy pronunciada si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidades de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas. Y en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos (Monedero, 2008). Según Rodrigo (2010), estableció una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro. La degradación orgánica se inhibe a pH bajos, por lo que si el Ph se mantiene por encima de 7.5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición.

4.17.1.7. Fosforo en el sistema de ventilación forzada y el sistema de pilas (cielo abierto)

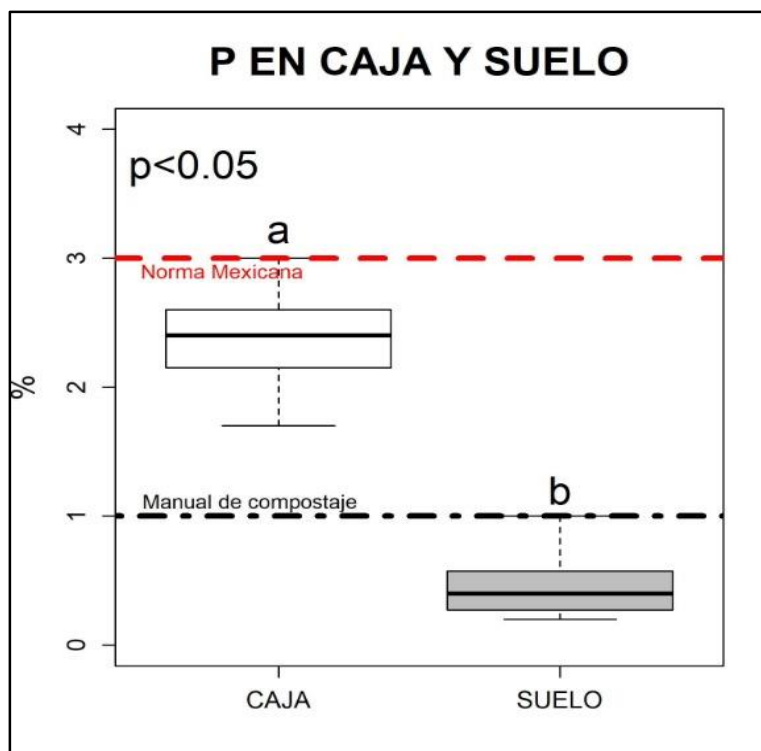


Figura 80: Comportamiento del Fosforo en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).

4.17.1.8. *Discusión*

Como podemos apreciar en la gráfica el p valor es <0.05 es decir tiene un nivel de confianza del 95%, el promedio del fosforo de la caja es de 2.39% se puede observar que se encuentra dentro de la Norma Mexicana - NMX-AA-180-SCFI-2018, mientras que el promedio del fosforo en el suelo es de 0.48% observándose que se encuentra dentro del rango establecido en norma mexicana y el manual de compostaje. Según ALBINO, (2007) los contenido de fosforo en el estudio que se realizo es de (2.0% - 0,4%) del compost, se menciona que el fosforo es significativo en la transmisión de energía, por lo que es fundamental en la eficacia de la fotosíntesis. Comparando con nuestros resultados se observa que los datos son semejantes. Según NESTOR, (2013) menciona que el fósforo es el nutriente más importante, por lo que también debe estar presente en unas cantidades mínimas para que el proceso se lleve a cabo

correctamente. Una buena relación entre los principales nutrientes provoca una adecuada capacidad para la proliferación microbiana, al tener todos los nutrientes principales en cantidades optimas y en la forma más disponible para la síntesis microbiana El fosforo desempeña un papel fundamental en la formación de compuestos celulares ricos en energía. La variación ligera en el contenido del fosforo en el compost al final de la etapa de maduración, podría explicarse en su utilización para la formación de ácidos nucleicos en los microorganismos vivos y en el fosforo disuelto producto de los humedecimientos y su lixiviación al suelo, aunque este último fenómeno ocurriría en cantidades casi insignificantes, dada las condiciones de riego de las pilas de compostaje. IRIS, (2006).

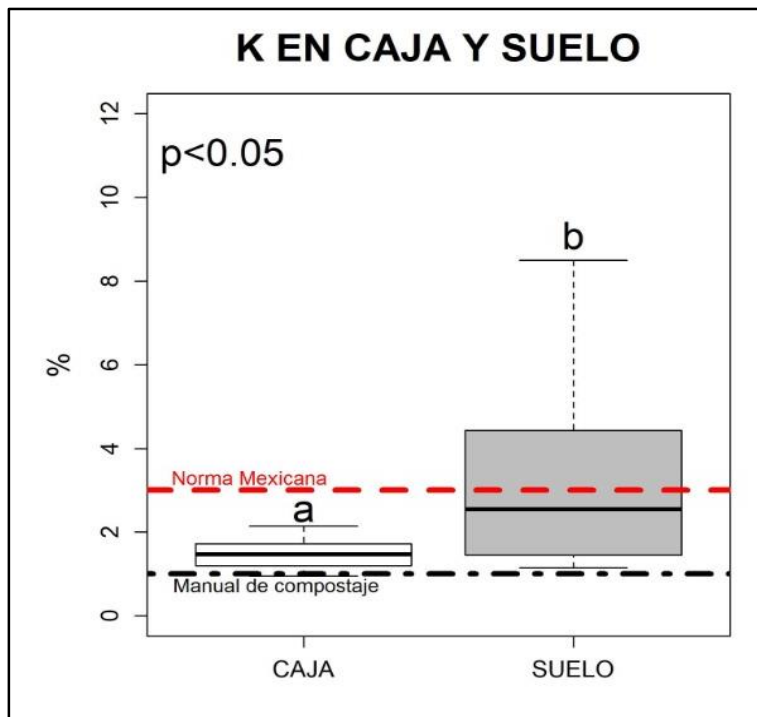


Figura 81: Comportamiento del Potasio en el Sistema de Ventilación Forzada (caja) , Sistema Cielo Abierto (suelo).

4.17.1.9. *Discusión*

Como podemos apreciar en la gráfica el p valor es <0.05 es decir tiene un nivel de confianza del 95%, el promedio del potasio de la caja es de 1.47% se puede observar que se encuentra dentro de la norma mexicana - NMX-AA-180-SCFI-2018, mientras que el promedio del fosforo en el suelo es de 3.15%. Según MORISIGUE, (2010) Los niveles altos, una característica usual en la mayoría del compost de restos de poda. Las concentraciones de potasio varían entre 0,7 a más de 12 % g/kg. Las diferencias entre ambos sistemas se debe a que durante el proceso hubo más pérdida de lixiviados, sin embargo estas diferencias son mínimas MIYASHIRO,(1996). Es recomendable determinar la calidad del potasio para las plantas, con el fin de que pueda ser utilizado no solo como mejorador del suelo, sino también como un fertilizante orgánico que aportes nutrientes claves para el desarrollo de las plantas, diferentes estudios han demostrado que su disponibilidad en el compost es similar a los fertilizantes minerales La aplicación de elevadas cantidades de compost (alrededor de 25 t/ha) en suelos arenosos aumenta el contenido de materia orgánica y estabiliza el pH en rangos cercanos a la neutralidad. (Marque2011).

4.17.2. Materia orgánica en el sistema de ventilación forzada en el sistema de pilas (cielo abierto)

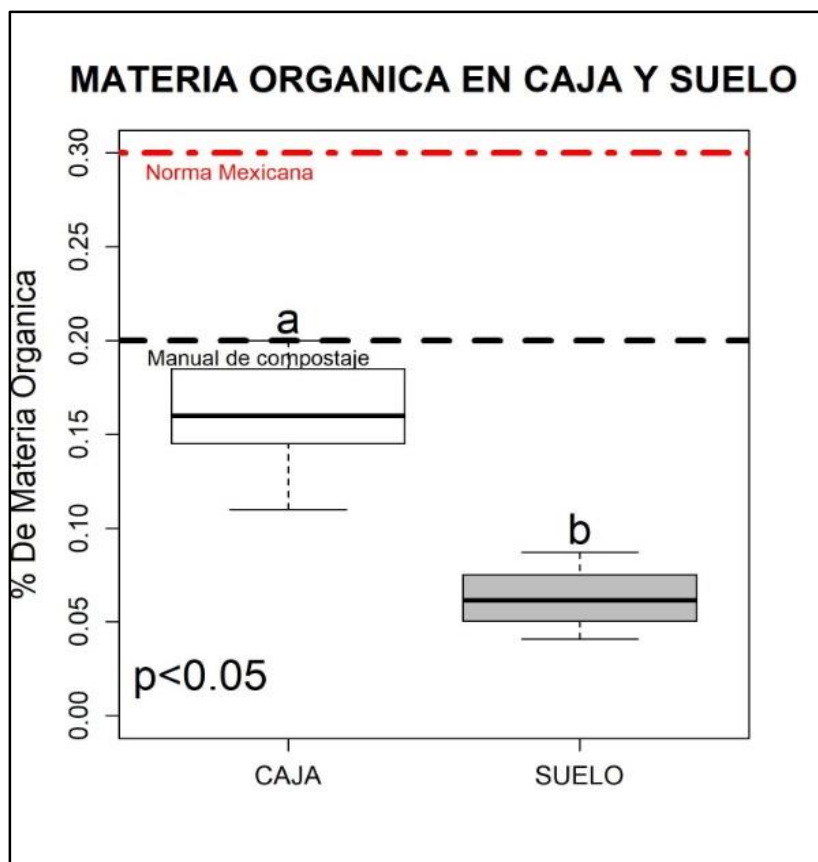


Figura 82: Comportamiento de la materia orgánica en el sistema de ventilación forzada (caja), Sistema cielo abierto (suelo).

4.17.2.1. *Discusión*

Como podemos apreciar en la gráfica el p valor es <0.05 es decir tiene un nivel de confianza del 95%, el promedio de la materia orgánica de la caja es de 16% se puede observar que se no encuentra dentro de lo establecido en norma mexicana y el manual del compostaje, mientras que el promedio de la materia orgánica en el suelo es de 6.3% observándose que se encuentra dentro de la norma mexicana y el manual de compostaje. Según Bueno, Díaz, y Cabrera (2012), durante el compostaje la materia orgánica tiende a descender por las pérdidas de mineralización y también por la pérdida de nitrógeno en cual está en forma de anhídrido carbónico. Según (Bueno et al., 2012) el descenso de la materia orgánica se da en dos etapas, en la primera etapa se da un rápido decrecimiento de carbohidratos, en la segunda etapa una vez

consumidos los compuestos más de degradar, y otros materiales más sólidos como las ligninas se van degradando lentamente y se transforman en compuestos húmicos. Según (Dhull, Kappoor, y Goya, 2005) en la etapa final del compostaje se observa una disminución en el contenido de materia orgánica esto es un indicador del proceso de mineralización, mediante el cual se da la formación de moléculas más complejas que involucran reacciones de policondensación, para llegar a largo plazo a la formación de compuestos húmicos.

4.17.3. Prueba de hipótesis de los parámetros químicos del compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada

4.17.3.1. Prueba de hipótesis

Para sustentar la validez de análisis de los datos realizado en el laboratorio Ambiental de la universidad peruana unión, se desarrolló la prueba de normalidad para el P y K en el sistema de pilas (cielo abierto) y en ventilación forzada.

4.17.3.2. Nivel de significancia

El nivel de significancia del 95%, este valor es la probabilidad que se asume para equivocarse al rechazar la hipótesis nula, cuando es verdadera.

4.17.3.3. Hipótesis específicas

H0: la muestra proviene de una distribución normal.

H1: la muestra no proviene de una distribución normal

4.17.3.4. Normalidad de fosforo en el sistema abierto (cielo abierto)

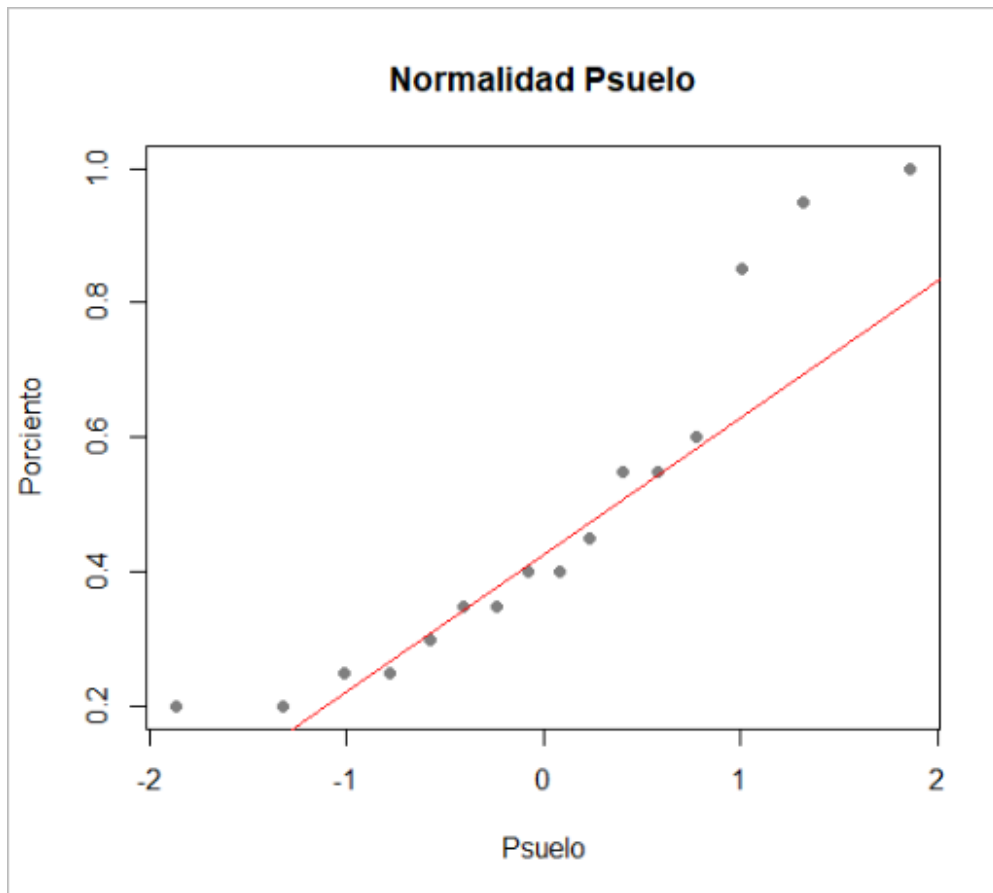


Figura 83: Normalidad de fosforo en el sistema abierto (cielo abierto)

Data: P suelo

$W = 0.8742$, $p - \text{value} = 0.03155$

La siguiente prueba indica que el p-value es = 0.03155 y es menor que el nivel de significancia (0.05), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la muestra NO tiene una distribución normal, corroborando el grafico de normalidad.

4.17.3.5. Normalidad de fosforo en el sistema de ventilación forzada

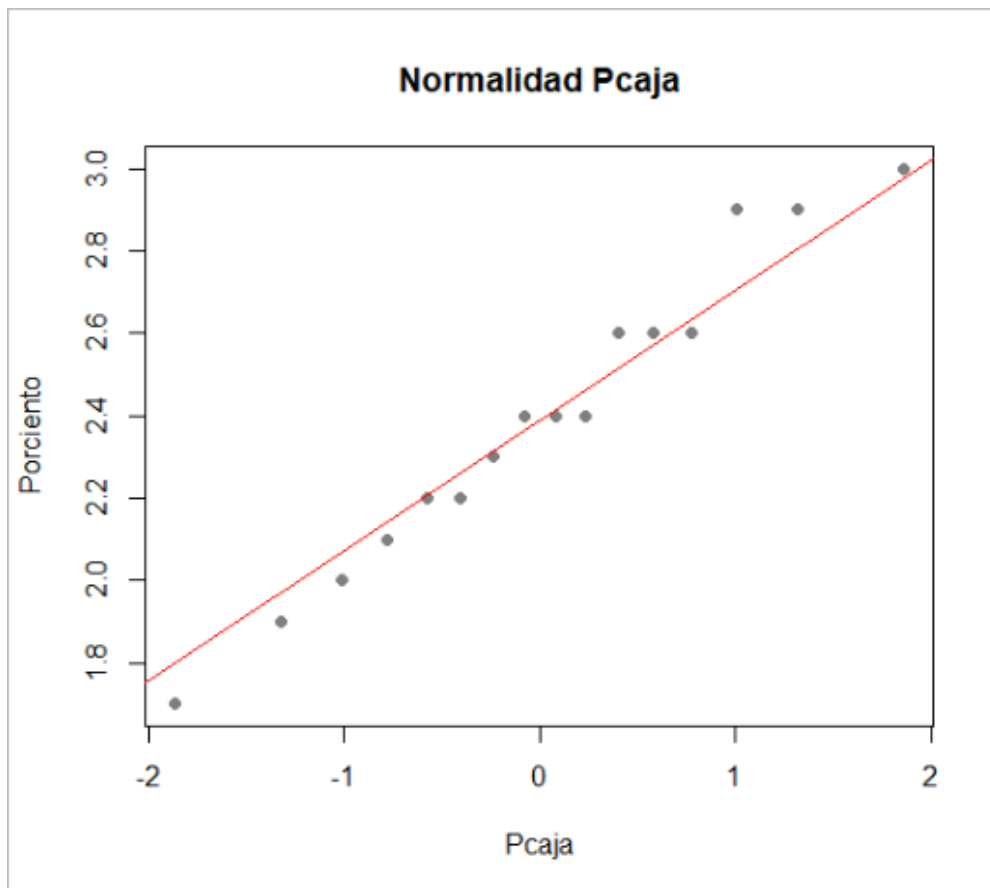


Figura 84: Normalidad de fosforo en el sistema ventilación forzada

Data: P suelo

$W = 0.97191$, $p - \text{value} = 0.8685$

La siguiente prueba indica que el p-value es = 0.8685 y es mayor que el nivel de significancia (0.05), por lo que acepta la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la muestra tiene una distribución normal, corroborando el grafico de normalidad.

Normalidad de potasio en el sistema de pilas (cielo abierto)

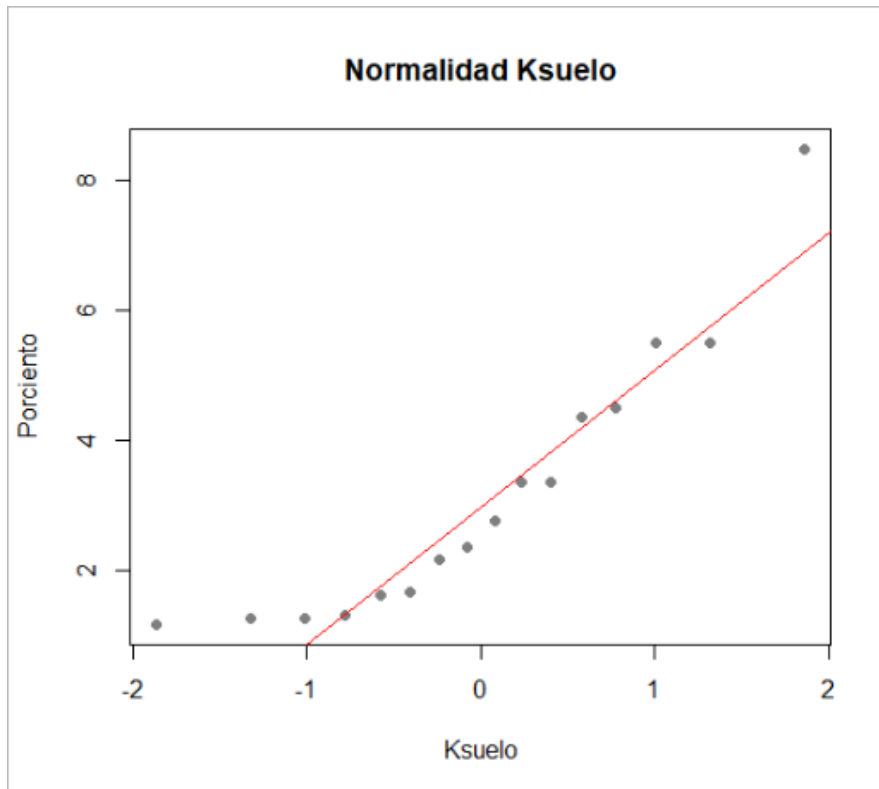


Figura 85: Normalidad de potasio en el sistema abierto (cielo abierto)

Data: K suelo

$W = 0.86672$, $p - \text{value} = 0.02424$

La siguiente prueba indica que el p-value es = 0.02424 y es menor que el nivel de significancia (0.05), por lo que rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la muestra NO tiene una distribución normal, corroborando el grafico de normalidad.

4.17.3.6. Normalidad de potasio en el sistema de ventilación forzada

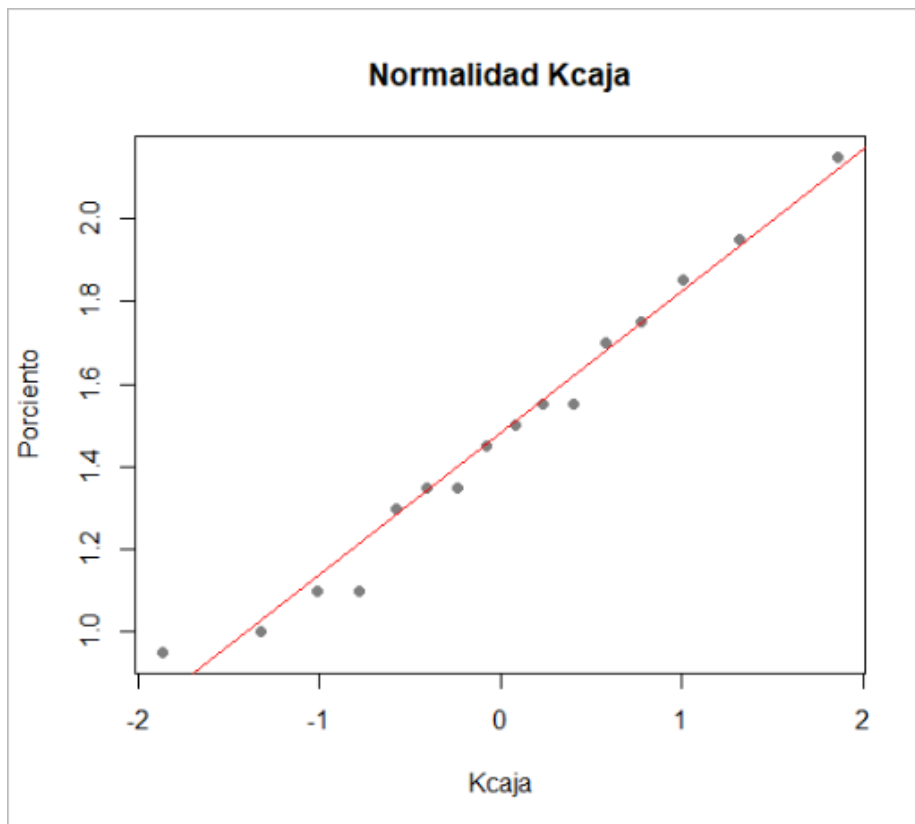


Figura 86: Normalidad de potasio en el sistema de ventilación forzada

Data: K suelo

$W = 0.97297$, $p = 0.8841$

La siguiente prueba indica que el p-value es = 0.8841 y es mayor que el nivel de significancia (0.05), por lo que acepta la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, la muestra tiene una distribución normal, corroborando el gráfico de normalidad.

4.17.4. Prueba estadística de los parámetros químicos de compost a partir por el sistema de pilas (cielo abierto) y por el sistema de ventilación forzada

4.17.4.1. Prueba estadística de fósforo en ambos sistemas

Se aplicó la prueba no paramétrica de U-Mann Whitney (Wilcoxon) para muestras no relacionadas independientes: P sistema de pilas (cielo abierto); P ventilación forzada.

Método:

η_1 : mediana de Pcaja
η_2 : mediana de Psuelo
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas:

Muestra	N	Mediana
Pcaja	16	2.4
Psuelo	16	0.4

Prueba:

Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	392.00	0.000
Ajustado para empates	392.00	0.000



Figura 87: Prueba estadística del fosforo en ambos sistemas

La tabla de contraste evidencia que al aplicar la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney, se observa que la significancia es de 0.0, por lo tanto, es menor de 0,05. Esto lleva a determinar que se acepta la hipótesis alterna (H1) y rechaza la hipótesis nula (HO), con lo cual concluimos que existe diferencia significativa entre la mediana del fosforo por el método de suelo y la media del fosforo por el método de caja. Apreciamos que los valores obtenidos para el fosforo en el método de ventilación forzada son mayores que los valores obtenidos por el método en el suelo.

4.17.5. Prueba U-Mann Whitney (Wilcoxon) para dos muestras indeendientes: K sistema de pilas (cielo abierto); K sistema de ventilación forzada

Método:

<i>η_1: mediana de Kcaja</i>
<i>η_2: mediana de Ksuelo</i>
<i>Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$</i>

Estadísticas descriptivas:

<i>Muestra</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>
<i>Kcaja</i>	<i>16</i>	<i>1.475</i>
<i>Ksuelo</i>	<i>16</i>	<i>2.550</i>

Prueba:

<i>Hipótesis nula</i>	<i>$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$</i>	
<i>Hipótesis alterna</i>	<i>$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$</i>	
<i>Método</i>	<i>Valor W</i>	<i>Valor p</i>
<i>No ajustado para empates</i>	<i>194.00</i>	<i>0.009</i>
<i>Ajustado para empates</i>	<i>194.00</i>	<i>0.009</i>

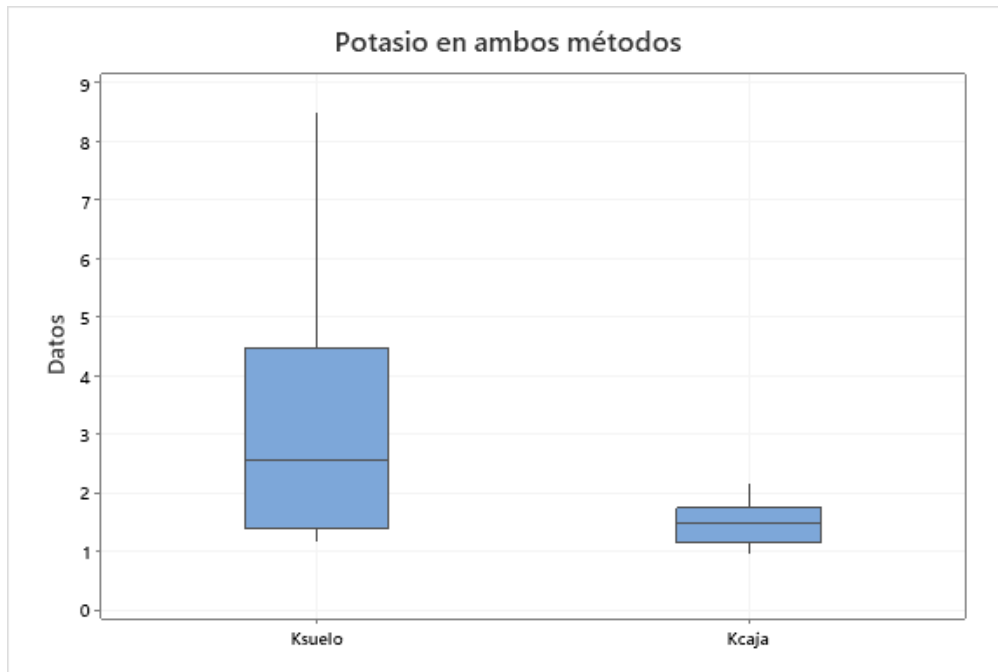


Figura 88: Prueba estadística del fosforo en ambos sistemas.

4.17.5.1. Interpretación

La La tabla de contraste evidencia que al aplicar la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney, se observa que la significancia es de 0.009, por lo tanto, es menor de 0,05. Esto lleva a determinar que rechaza la hipótesis nula (H0) y acepta la hipótesis alterna (H1), con lo cual concluimos que existe diferencia significativa entre la mediana del potasio por el método de suelo y la mediana del potasio por el método de caja. Apreciamos que los valores de Potasio caja son menores que los valores obtenidos del potasio en suelo.

5. CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Tras evaluar la calidad del compostaje producido por el sistema ventilación forzada y por el sistema de pilas (cielo abierto), a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión. Se concluyó que el sistema de ventilación forzada es el que tiene mejores resultados en la calidad del compost según el manual de compostaje.

Además, se determinó los parámetros químicos del compost en su fase de maduración, en el sistema de pilas (cielo abierto) y estos fueron los siguientes resultados: Nitrógeno=1.46%, Potasio=3.15%, Fosforo=0.47% y materia orgánica=6.3%, y para el sistema de ventilación forzada fueron los siguientes resultados: Nitrógeno=2.17%, Potasio=1.47%, Fosforo=2.38% y materia orgánica=16%.

Finalmente, tras comparar las medias entre los métodos del sistema de pilas (cielo abierto) y sistema de ventilación forzada, se demostró que dichos sistemas son productivos en los nutrientes NPK, en cuanto al fosforo el método de ventilación forzada fue más productivo. Además, el método del sistema de pilas (cielo abierto) fue más productivo en potasio y por último el método de ventilación forzada fue más productivo en el nitrógeno para el tratamiento de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que se pueda hacer más investigaciones referentes a la obtención de compost a partir de los residuos sólidos que genera la universidad, pero bajo adición de otros componentes como estiércol y microorganismos las que puede mejorar la calidad del compost.
- Recomendamos que nuestra investigación pueda ser base para otras investigaciones que puedan hacerse a mayor escala.
- Usar un plástico de color negro ayuda a que el sol no le dé directamente y la humedad se mantenga.
- Tener un drenaje de lixiviados esto permite la eliminación de los líquidos que se generan como parte del proceso del compostaje o con el exceso de agua de riego.
- Determinar la variedad y cantidad de población de los microorganismos presente en cada período del proceso de compostaje.
- Determinar de forma precisa las proporciones de los residuos orgánicos que ingresan en las mezclas de los sistemas para conseguir la relación C/N deseada.
- Establecer sistemas con mayores cantidades de materia orgánica verde (malezas recién cortadas, estiércol) a fin que ayude a aportar más nitrógeno.

REFERENCIAS

- Agencia de Residuos de Cataluña. (2016). Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. Agencia de Residuos de Cataluña (ARC).
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2014). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. *Grupo de Investigación Sistemas Integrados de Producción Agrícola y Forestal (SIPAF)*. Bogotá - Colombia.
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos , enmiendas y abonos orgánicos. *Escuela Agraria Fraisoro*, 1–67.
- Ardila Delgado, J. L., Cano Córdoba, J., Silva Pérez, G., & López Arango, Y. (2015). Descomposición de residuos orgánicos en pacas: aspectos fisicoquímicos, biológicos, ambientales y sanitarios. *Producción + Limpia*, 10(2), 38–52.
- Ascanio, F. H. (2013). *Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la Agenda 21*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de http://ec.europa.eu/translation/bulletins/puntoycoma/131/pyc1317_es.htm
- Avellaneda Enriquez, F. X. E. (2019). *Protocolo para la producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado de la ciudad de Lambayeque en el año 2018*. Universidad de Lambayeque.
- Barradas, A. (2009). Gestión integral de residuos sólidos municipales. Estado del arte. *Instituto*

Tecnológico de Minatitlán. Recuperado de

http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf

Behrentz, E., & Giraldo Reboloso, E. (1999). Modelación a escala del proceso de compostaje aerobio, en pila estática y con aireación forzada desarrollo teórico e implementación de laboratorio. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2(2), 51–59.

Bueno Márquez, P., Díaz Blanco, M. J., & Cabrera Capitán, F. (2005). Capítulo 4. Factores que afectan al proceso de Compostaje. *Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica*.

Cabrera Córdoba, V. C. (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cajahuanca Figueroa, S. A. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla*. Universidad de Huánuco.

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

Campitelli, P. A. (2010). *Calidad de compost y vermicompuestos para su uso como enmiendas orgánicas en suelos agrícolas*. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4726/Campitelli%2C Paola. Calidad de](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4726/Campitelli%2C%20Paola.Calidad%20de)

compost y vermicompuestos para su uso... .pdf?sequence=6&isAllowed=y

Campodónico Bustíos, J. (2002). *Análisis del reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Chiclayo*. Universidad de Piura.

Cochachi Veliz, E., & Vargas Machuca Aguirre, M. Y. (2008). *Determinación del efecto de la relación C; N y la humedad en la calidad del compost obtenido a partir del tratamiento de residuos sólidos orgánicos del distrito de San Pedro de Saño mediante el proceso de degradación aerobia a nivel laboratorio*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Recuperado de

http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/228%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/228/T-08_9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Condori Vargas, M., & Borda Jeri, A. (2014). *Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (Solanum Tuberosum) variedad única en la zona Yunga - la Cantuta durante el año 2011*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle “Alma Máter del Magisterio Nacional”.

Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. (s/f). Recuperado el 15 de septiembre de 2020, de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/1>. Materia orgánica y actividad biológica.pdf

Córdova Molina, C. A. (2006). *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. Universidad De Chile. Universidad de Chile. Recuperado de

http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cordova_c/sources/cordova_c.pdf

- Cordova Quenaya, L. F. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes Unidad Minera del Sur*. Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3086/IAcoqulf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DIGESA, D. G. de S. A. (2004). Marco Institucional de los Residuos Sólidos en el Perú. Lima. Recuperado de http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/000_RES.SOLID.pdf
- Docampo, R. (2013). Compostaje y Compost. *INIA*, 63–67. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>
- Escobar, F., Sanchez, J., & Azero, M. (2011). Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C / N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *Artículos científicos*, 5, 390–410.
- Fallas Conejo, D. (2016). *Caracterización del proceso de compostaje y aprovechamiento del calor generado en un reactor bajo aireación forzada*. Universidad de Costa Rica. Recuperado de <http://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/05/Tesis-DiegoFallas.pdf> <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/05/Tesis-DiegoFallas.pdf>
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*.
- Galindo Castro, L. A., Martínez Osorio, J. W., & Estrada Bonilla, G. A. (2018). Compostaje enriquecido con fósforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(11), 7–15.

<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss11.2018pp7-15>

Garrido Ibáñez, A. (2015). *Ingeniería básica de una planta de compostaje en túneles*.

Universidad de Sevilla.

Gómez Barrena, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. Universidad Autónoma de Barcelona.

Guerrero Vargas, O. A. (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. Journal of Chemical Information and Modeling*. Universidad César Vallejo.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Guizado Gonzales, M. J. (2018). *Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión*. Universidad Peruana Unión.

Hernández Cabos, J. C. (2019). *Gestión y manejo de los residuos sólidos municipales en el distrito de Guadalupe. Período 2,012 al 2,017*. Universidad César Vallejo.

Hernández Edquén, L. Iván. (2017). *Aplicación de compostaje como biofertilizante para el acondicionamiento de suelos del sector José Olaya, distrito de Bambamarca, 2017*.

Universidad Privada del Norte. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27098>

Interpretación de los análisis de compost. (s/f).

Julca Otiniano, A., Meneses Florián, L., Blas Sevillano, R., & Bello Amez, S. (2006). La materia

orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>

Medina Quinatoa, M. J. (2012). *Estandarización del proceso de producción de compost con fines comerciales utilizando tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del Cantón Píllaro*. Universidad técnica de Ambato. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2463/1/Tesis-31agr.pdf>

MINAM. (2008). Parte 3. Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos.

MINAM. (2011). Guía de: Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Lima: Ministerio del Ambiente.

MINAM. (2013). *Agenda de investigación ambiental 2013-2021*. Lima, Perú.

MINAM. (2019). Minam: 70% de los residuos que generamos pueden convertirse en nuevos productos | Gobierno del Perú. Recuperado el 7 de septiembre de 2020, de <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/50918-minam-70-de-los-residuos-que-generamos-pueden-convertirse-en-nuevos-productos>

Miyashiro, I. (2014). *Calidad de seis formulaciones de compost enriquecido con guano de islas*. Universidad Nacional Agraria la Molina.

MMAyA, M. de M. A. y-agua-B. (2010). Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. Bolivia.

Moreno Casco, J., & Moral Herero, R. (2008). Trinchera o canales semicerrados. En *Compostaje* (p. 158). Recuperado de

[https://books.google.com.pe/books?id=IWYJAQAAQBAJ&pg=PA158&lpg=PA158&dq=Trincheras+o+canales+semi-cerrados+compost&source=bl&ots=yjtMpkmCfu&sig=ACfU3U0YvfWE35vwpK8DhrGQc-zc6wAmtJQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi5_-P6zN3rAhWaErkGHQI_DdoQ6AEwD3oECAQQAQ#v=onepage&q=Trincheras o canales semi-cerrados compost&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=IWYJAQAAQBAJ&pg=PA158&lpg=PA158&dq=Trincheras+o+canales+semi-cerrados+compost&source=bl&ots=yjtMpkmCfu&sig=ACfU3U0YvfWE35vwpK8DhrGQc-zc6wAmtJQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi5_-P6zN3rAhWaErkGHQI_DdoQ6AEwD3oECAQQAQ#v=onepage&q=Trincheras+o+canales+semi-cerrados+compost&f=false)

Municipalidad Metropolitana de Lima. Ordenanza N° 1803. Plan de Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Provincia de Lima 2015 - 2025, Pub. L. No. Ordenanza N° 1803, 328 (2014). Lima: Municipalidad Metropolitana de Lima.

Muñoz Negret, L. C. (2018). *Análisis económico de la alternativa de implantación de un patio de compostaje en la Universidad de Fortaleza para el tratamiento de residuos generados dentro del campus*. Universidad de la Salle.

Negro, M. J., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R., Ciria, P., Cristóbal, M. V., ... Zaragoza, C. (s/f). Producción y gestión del compost, (2 1), 1–31.

OEFA, O. de E. y F. A. (2016). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.

Rafael Avila, M. del P. (2015). *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga - Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos*

Tropicales, 35(4), 52–59. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu>

Renteria Sacha, J. M., & Zeballos Villareal, M. E. (2014). *Propuesta de Mejora para la gestión estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos*. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6285/RENTERIA_JOSE_ZEBALLOS_MARIA_PROPUESTA_MEJORA.pdf?sequence=1

Salazar Arce, T. (2014). Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 74–84.

Sánchez León, L. J. (2019). *Evaluación del incremento de nitrógeno en el compost de la municipalidad provincial d Leoncio Prado, mediante la inserción del cultivo Pueraria phaseoloides, (Roxb.) Benth.* Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Soriano Vilcahuaman, J. A. (2016). *Tiempo y calidad de compost con aplicación de tres dosis de “microorganismos eficaces” - Concepción*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Universidad Industrial de Santander. (2009). *Guía de Manejo de Residuos Solidos en Comedores y Cafeterias*.

Uscumayta Palacios, I. (2018). *Efecto de compost en el desarrollo vegetativo de Coffea arabica l. var. catuai en Mazamari - Perú*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4879%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4879/Uscumayta_Palacios_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vallejo, S. (2017). *Elaboración de compostaje de los residuos sólidos orgánicos de la parroquia rural de Limoncocha con fines de valorización*. Universidad Internacional SEK.

Recuperado de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2640>

Vázquez, J., & Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43–52. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.05>

Vico Lopez, A. (2015). *Reciclaje De Lodos De Depuradora: Estudio del efecto del agente estructurante usado y de la proporción de lodo*. Universidad Miguel Hernández de Elche.

ANEXOS

Anexo 1: Certificados de calibración del potenciómetro

METROTEC		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
		<small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
Área de Metrología <i>Laboratorio Físico-Químico</i>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - FQ - 003 - 2019
		Página 1 de 3
1. Expediente	190467	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	UNIVERSIDAD PERUANA UNION	
3. Dirección	Car. Central Km. 19 Villa Unión Ñaña, Lurigancho - Lima - LIMA	
4. Instrumento de Medición	pH-METRO	
Alcance de indicación	0 pH a 14 pH	
División de Escala / Resolución	0,01 pH	
Marca	OHAUS	
Modelo	ST300	
Número de Serie	B841556529	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	DIGITAL	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-05-31	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-05-31	 JUAN C. QUISPE MORALES	
<small>Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 997-846 766 / 942 635 342 / 971 439 282 RPC: 940037490</small>		<small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com calidad@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com</small>

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - FQ - 003 - 2019*Área de Metrología**Laboratorio Físico-Químico*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI-SNM PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH" (Primera Edición - Junio 2010).

7. Lugar de calibración

Laboratorio Físico-Químico de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,3 °C
Humedad Relativa	69 %	69 %

9. Patrones de Referencia

Se utilizaron soluciones patrones de pH de la marca HANNA INSTRUMENTS provistos de un certificado de calibración NIST, el laboratorio de calibración cumple con la ISO 17025 y la Guía ISO 34 Material de Referencia Certificado Productor.

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El equipo presenta un ELECTRODO Marca: OHAUS, Modelo: ST320 y con número de Serie: 2838098.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio Físico-Químico

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - FQ - 003 - 2019**

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Valor de Certificado (pH)	Lectura de pHmetro (pH)	Error de indicación (pH)	Incertidumbre k=2 (pH)
4,01	3,99	-0,02	0,01
7,00	7,01	0,00	0,02
10,03	10,01	-0,02	0,01

Nota: La temperatura de la solución de pH fue de 20 °C

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Anexo 2. Resolución de aprobación del Proyecto de Tesis



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

RESOLUCIÓN N° 0763/A-2019/UPeU-FIA-CF-T

Una Institución Adventista

Lima, Naña, 19 de junio de 2019

VISTO:

El Expediente de **ESTEFANY LISSET TREVIÑO HUERTA Y MARISELL CAMILA HUERTA QUINCHOKER**, identificadas con Código Universitario N° 201220287 y 201323050, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **ESTEFANY LISSET TREVIÑO HUERTA Y MARISELL CAMILA HUERTA QUINCHOKER**, han solicitado la aprobación e inscripción del proyecto de tesis titulado "Determinación de la Calidad del Compostaje producido por ventilación forzada y por pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión";

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 18 de junio de 2019, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el proyecto de tesis titulado "Determinación de la Calidad del Compostaje producido por ventilación forzada y por pilas (cielo abierto) a partir de los residuos orgánicos del comedor universitario de la Universidad Peruana Unión", y disponer su inscripción en el registro correspondiente, para que con la orientación de su asesor el **MG. JOEL HUGO FERNANDEZ ROJAS**, sea desarrollado el proyecto referido por **ESTEFANY LISSET TREVIÑO HUERTA Y MARISELL CAMILA HUERTA QUINCHOKER**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




D. Leticia Segunda Bustinza Cabala
DECANA

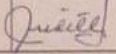
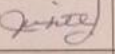
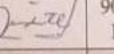
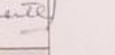
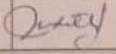
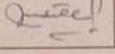
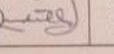
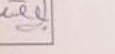
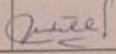


Mg. Sergio Omar Valladares Castillo
SECRETARIO ACADÉMICO

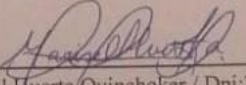
Cc:
Intendencia
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

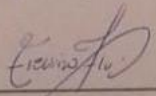
Anexo 3. Verificación de recojo de los residuos sólidos del comedor Universitario de la UPEU

<p>“VERIFICACION DE RECOJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL COMEDOR DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNION”</p>	
<p>Representantes del Proyecto: Estefany Lisseth Huerta Treviño, Marisell Huerta Quinchoker</p>	
<p>Fecha: 06 /08 /2019</p>	
<p>Representante del Comedor:</p>	

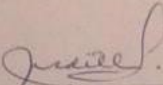
MARTES (06/08/2019)		MIERCOLES (07/08/2019)		JUEVES (08/08/2019)		VIERNES (09/08/2019)	
PESO	FIRMA	PESO	FIRMA	PESO	FIRMA	PESO	FIRMA
99.72 Kg		97.05 Kg		78.55 Kg		90.55 Kg	
LUNES (12/08/2019)		MARTES (13/08/2019)		MIERCOLES (14/08/2019)		JUEVES (15/08/2019)	
PESO	FIRMA	PESO	FIRMA	PESO	FIRMA	PESO	FIRMA
101.8 Kg		89 Kg		109 Kg		86 Kg	
MARTES (19/08/2019)							
PESO	FIRMA						
100.59 Kg							

Representantes del Proyecto:

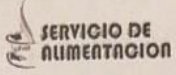

 Marisell Huerta Quinchoker / Dni:74908579


 Estefany Lisseth Huerta Treviño/Dni:70072390

Representante del Comedor:


 Nombre: Quinchok Colanillo V.
 Dni: 05366247

Anexo 4. Control de capacitación del personal del comedor Universitario de la UPEU


	REGISTROS DEL PLAN DE HIGIENE Y SANEAMIENTO	Código: R-PHS-14
	CONTROL DE CAPACITACION DEL PERSONAL	Revisión: 01 Fecha: 15/02/2019 Página: 1 de 1

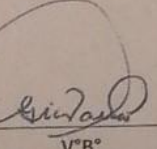
FECHA	06 / AGO / 2019.		
HORA DE INICIO	08:30 P.M.	HORA DE TERMINO	08:40 P.M.

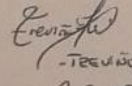
TEMA (S)	RESIDUOS ORGANICOS
EXPOSITOR (ES)	- TREVIÑO HUETA, ESTEFANY LISSET - HUETA QUINCHER, MARISELL CAMILA.

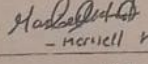
DIRIGIDO A	SERVICIO DE ALIMENTACIÓN
------------	--------------------------

	TRABAJADOR NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	APRECIACION / COMENTARIO	FIRMA	NOTA DE EVALUACION
1	MARILÍ GERÓNIMO R.	Aux. cocina			
2	Glenda Carolina Pareda	Aux. cocina			
3	Yany López Arce	Auxiliar			
4	Estadys Rojas Segovia	Auxiliar cocina			
5	Carolina López Hareira	Auxiliar cocina			
6	Saborano Sandoval Isaac				
7	Dianira Hoyos M.	Auxiliar			
8	Selipe Alameda Cordero	Auxiliar			
9	José David Vega Vega	Auxiliar			
10					
11					
12					
13					
14					
15					




V°B°
JEFE DE SERVICIO DE ALIMENTACION

* 
- TREVIÑO HUETA.
V°B°
EXPOSITOR

* 
- HUETA QUINCHER
V°B°
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Elaborado por: Equipo PHS	Revisado por: Jefe de Servicio de Alimentación	Aprobado por:
---------------------------	--	---------------

Anexo 5. Panel fotográfico



Preparación del para ejecutar el proyecto terreno



Instalación de mallas para cercar la zona del proyecto



Preparación del sistema abierto



Preparación de las cajas con parihuelas reciclables para el sistema cerrado



Instalación de los sistemas en la zona



Se realizó una charla a los trabajadores del comedor (segregación de residuos)



Se colocó los tachos en el comedor de la UPeU, para el recojo de los residuos orgánicos



Traslado de los residuos orgánicos



Se trasladó los residuos orgánicos del comedor y de inmediato se realizó el picado de lo segregado



Una vez obtenido la cantidad necesaria se pasó a rellenar los dos sistemas con los residuos orgánicos del comedor de la UPeU



Una vez obtenido la cantidad necesaria, se pasó a rellenar los dos sistemas con los residuos orgánicos del comedor de la UPeU



Las muestras se llevaron al laboratorio y se obtuvo el resultado inicial de los sistemas (abierto, cerrado)



Sistema cerrado y abierto armados



Sistema cerrado y abierto armado



Se realizó el regado con agua cada tres días para cada sistema (cerrado y abierto)



Se realizó el regado con agua cada tres días para cada sistema (cerrado y abierto)



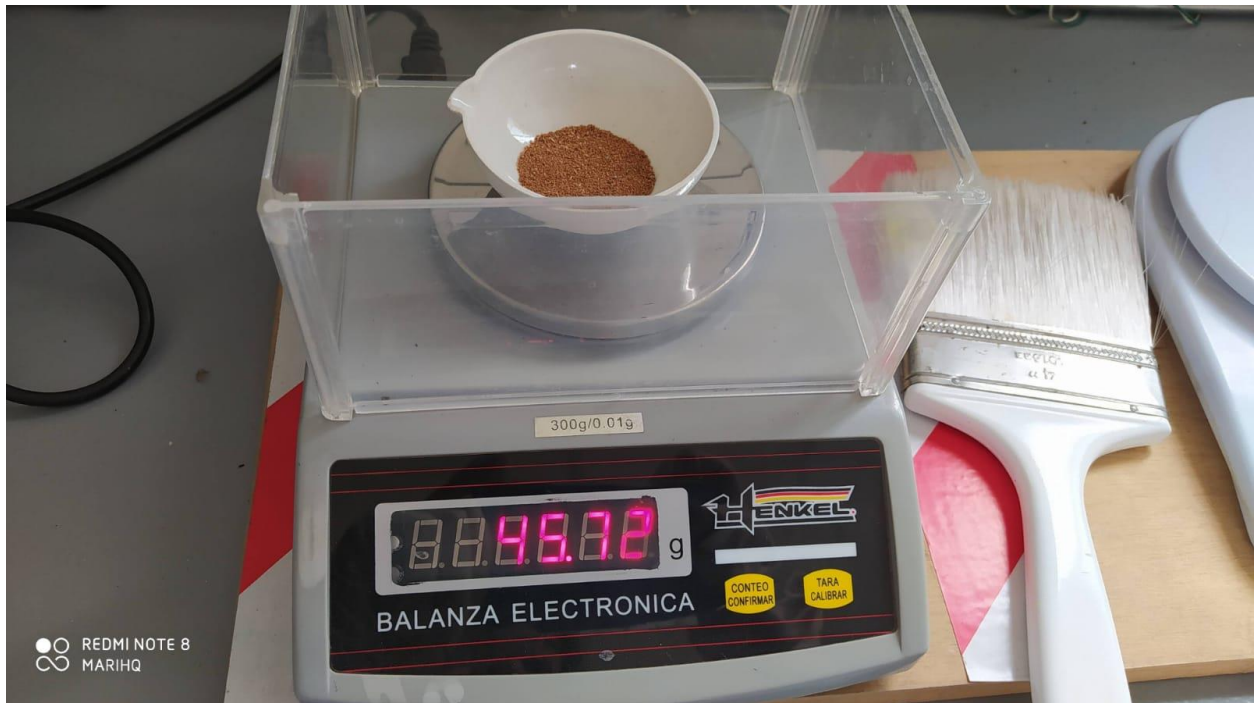
Se realizó la medida de los parámetros para cada sistema (abierto y cerrado)



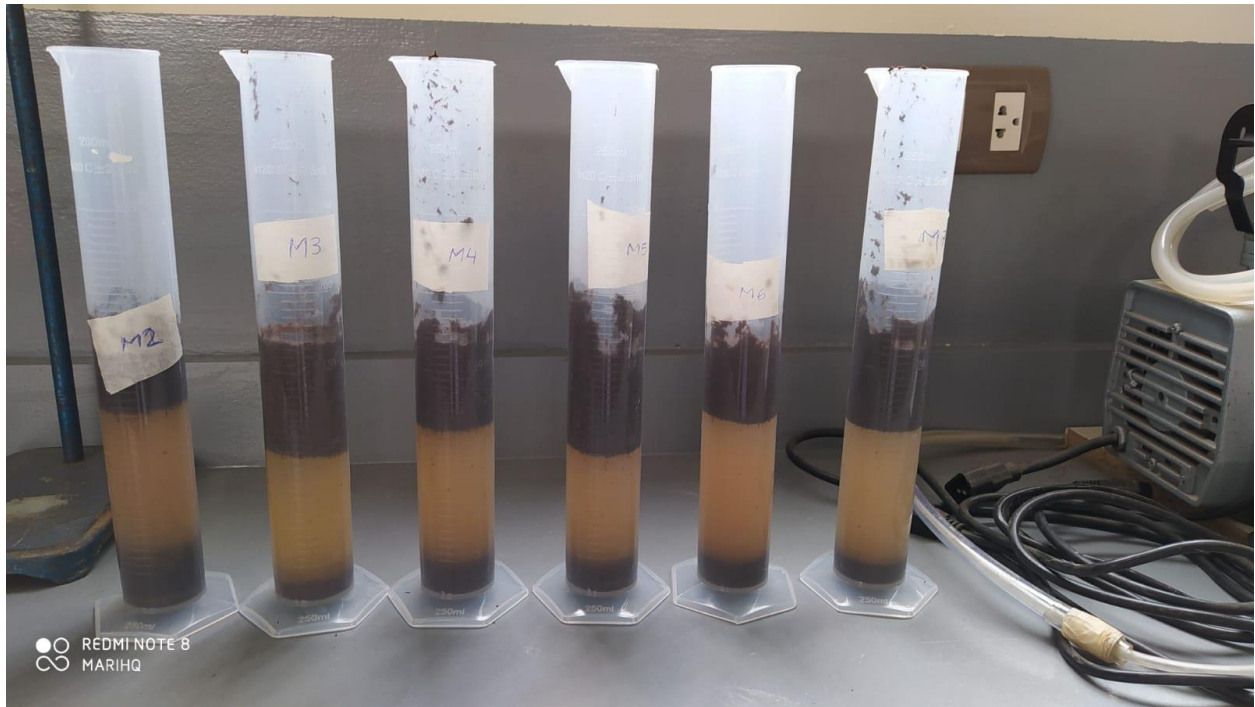
Se realizó la medida de los parámetros para cada sistema (abierto y cerrado)



Se obtuvo el compost de ambos sistemas y se llevó a analizar al laboratorio ambiental de la UPeU



Se realizó la evaluación del parámetro de materia orgánica



Se analizó los parámetros K, P



Se analizó el parámetro K, P



Análisis de pH



Se analizó el parámetro de conductividad