



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN
LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS
ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS**

Wendy Geraldine Ranero Lemus

Asesorada por el Ing. Andrés Manuel Remis Salguero

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN
LA CENTRAL DE MAYOREO (GENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS
ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WENDY GERALDINE RANERO LEMUS

ASESORADA POR EL ING. ANDRÉS MANUEL REMIS SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Aku
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de septiembre de 2019.

Wendy Geraldine Ranero Lemus

Guatemala, abril de 2021

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú.

Por medio de la presente informo, que como asesor de la estudiante:
Wendy Geraldine Ranero Lemus, carné **201403832**, número de identificación personal **2984 11482 0101**, procedí a revisar el Trabajo de Graduación, titulado: **“MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS”**, en tal virtud lo doy por **APROBADO**.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente,



Ing. Andrés Manuel Remis Salguero

Ingeniero Industrial

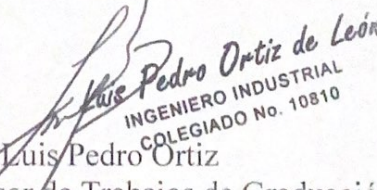
Colegiado No. 7045

Andrés Manuel Remis Salguero
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 7045

REF.REV.EMI.094.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS**, presentado por la estudiante universitaria **Wendy Geraldine Ranero Lemus**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 10810
Ing. Luis Pedro Ortiz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.031.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS**, presentado por: **Wendy Geraldine Ranero Lemus**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272, Período: enero a marzo año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.082.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MODELO PRODUCTIVO, A PARTIR DE UN DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CENTRAL DE MAYOREO (CENMA), PARA EFICIENTAR EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOST EN NUTRISUELOS**, presentado por: **Wendy Geraldine Ranero Lemus**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el pilar de mi vida, mi luz y mi guía.
Mi madre	Por ser mi principal apoyo, por enseñarme a no rendirme y trabajar duro por mis sueños.
Mi padre	Sé que me acompaña desde el cielo.
Mi hermana	Por siempre apoyarme y motivarme a lograrlo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su amor, bondad, misericordia y fidelidad. Por bendecirme siempre y nunca dejarme a mí y mi familia, por ser mi proveedor y traerme hasta aquí.
Mi madre	Por su apoyo incondicional, su amor y paciencia sin fin. Por creer en mí y educarme de la mejor manera.
Mi hermana	Por ser mi mejor amiga durante estos años de vida, por siempre motivarme y apoyarme.
Mi familia	Lucrecia Lemus, Lucia Ranero, Ana María García, Lorena, Byron Lemus, José Alejandro, Arianna Saban, Juana Castillo, Juan Manuel Saban y Axel de León por su apoyo y siempre estar conmigo.
Universidad de San Carlos De Guatemala / Facultad De Ingeniería	Por ser mi casa de estudios, a la mejor facultad por permitir superarme y vencer obstáculos, me siento orgullosa y feliz de egresar de acá.
Mi asesor	Ing. Andrés Manuel Remis Salguero, por su apoyo incondicional y paciencia en la elaboración de este trabajo de graduación.

Arq. Estuardo Ulin

Por recibirme y darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en tan prestigiosa entidad.

NutriSuelos

Cynthia Matzdorf, por la confianza, el apoyo y por abrirme las puertas para el desarrollo del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Municipalidad de Guatemala	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Organigrama estructural organizacional	3
1.1.6. Servicios municipales	4
1.2. Central de Mayoreo (CENMA).....	4
1.2.1. Ubicación.....	4
1.2.2. Funciones	5
1.3. NutriSuelos de Guatemala, S.A.....	6
1.3.1. Inicios de la empresa.....	6
1.3.2. Ubicación.....	7
1.3.3. Productos y servicios.....	8
1.4. Modelo productivo	9
1.4.1. Definición	9
1.4.2. Filosofías de los modelos productivos	9

	1.4.2.1.	Método Justo a Tiempo	9
	1.4.2.2.	Producción en cadena.....	10
	1.4.2.3.	Kaizen	10
1.5.		Productividad	10
	1.5.1.	Definición.....	10
	1.5.2.	Tipos de productividad	11
	1.5.2.1.	Productividad parcial	11
	1.5.2.2.	Productividad factor total	11
	1.5.2.3.	Productividad total.....	11
	1.5.3.	Efectividad.....	11
	1.5.3.1.	Eficiencia	12
	1.5.3.2.	Eficacia.....	12
1.6.		Desechos orgánicos.....	12
1.7.		Compost.....	12
	1.7.1.	Definición.....	12
	1.7.2.	Tipos de compost	13
	1.7.2.1.	Compost orgánico básico	13
	1.7.2.2.	En pila	13
	1.7.2.3.	Compost de lombrices.....	13
	1.7.3.	Beneficios del compost	13
	1.7.3.1.	Beneficios económicos del compostaje	14
	1.7.3.2.	Beneficios ambientales del compostaje	14
1.8.		Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).....	14
	1.8.1.	Misión.....	15
	1.8.2.	Visión.....	15
	1.8.3.	Productos y servicios	15

1.8.4.	Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala.....	16
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	19
2.1.	Área de NutriSuelos en la Central de Mayoreo (CENMA)	19
2.1.1.	Descripción del área	19
2.2.	Metodología de investigación de suelos y compostaje	20
2.3.	Desechos recolectados	21
2.3.1.	Desechos orgánicos	21
2.3.2.	Desechos varios	21
2.3.3.	Clasificación de desechos recolectados por galpón.....	21
2.4.	Descripción del equipo	22
2.4.1.	Maquinaria.....	23
2.4.1.1.	Camión compactador de basura.....	23
2.4.1.2.	Bobcat	23
2.4.1.3.	Trituradora de ramas	24
2.4.2.	Herramientas	25
2.4.2.1.	Pala agrícola.....	25
2.4.2.2.	Termómetro para compostaje.....	26
2.4.2.3.	Pila de compost	27
2.5.	Descripción del proceso	27
2.5.1.	Recepción de desechos	28
2.5.2.	Manufactura actual	28
2.5.3.	Empaque ecológico e industrial	30
2.6.	Factores que afectan la producción.....	30
2.6.1.	Iluminación.....	30
2.6.2.	Ventilación natural	31
2.6.3.	Clima en Guatemala.....	31

3.	PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO PRODUCTIVO	33
3.1.	NutriSuelos de Guatemala, S.A.	33
3.1.1.	Localización industrial	33
3.2.	Planeación industrial	33
3.2.1.	Aplicación de filosofías de modelos productivos	34
3.2.2.	Diagrama de flujo y operaciones de proceso de producción.....	34
3.2.3.	Diagrama de recorrido.....	37
3.3.	Recurso humano	37
3.3.1.	Fuentes de empleo.....	38
3.3.2.	Jornadas laborales	38
3.3.3.	Distribución y delegación de tareas.....	39
3.4.	Diseño de formato de control de procesos.....	40
3.4.1.	Formato de recepción de desechos	40
3.4.2.	Bitácora de control de la producción	41
3.5.	Seguridad e higiene industrial	41
3.5.1.	Equipos de protección	42
3.5.2.	Señalización de áreas de trabajo	43
3.6.	Producto terminado	45
3.6.1.	Empaque ecológico	45
3.6.2.	Bitácora de recepción de compost	46
3.6.3.	Entrega de producto terminado	47
3.7.	Transporte.....	47
3.7.1.	Personal a cargo	47
3.7.2.	Vehículos.....	47
3.8.	Costos propuestos	48
3.8.1.	Recurso humano	48
3.8.1.1.	Jornadas laborales	48

3.8.2.	Materia prima- desechos orgánicos.....	48
3.8.3.	Costos de operación.....	49
3.8.4.	Costos de transporte	49
3.8.5.	Costos de equipo de protección personal.....	49
3.8.6.	Análisis costo / beneficio	52
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	55
4.1.	Plan de acción en NutriSuelos.....	55
4.1.1.	Áreas responsables	55
4.1.1.1.	Gerencia General	55
4.1.1.2.	Departamento de Producción	56
4.2.	Fuentes de empleo.....	56
4.2.1.	Receptor de materia prima	56
4.2.2.	Operario de producción	57
4.2.3.	Encargado/a de empaque	57
4.2.4.	Piloto de transporte.....	57
4.2.5.	Supervisor de manufactura.....	57
4.2.6.	Coordinador de garantía de la calidad.....	58
4.2.7.	Analista de procesos	58
4.2.8.	Encargado/a de mercadeo	58
4.3.	Manejo de materiales	58
4.3.1.	Desechos varios	58
4.3.1.1.	Desechos orgánicos	59
4.3.1.2.	Desechos inorgánicos	59
4.3.2.	Producto terminado	60
4.3.2.1.	Producto en <i>stock</i>	60
4.3.2.2.	Producto a distribuir.....	60
4.4.	Logística del modelo productivo	61
4.4.1.	Transporte	61

	4.4.1.1.	Recolección de desechos.....	61
	4.4.1.2.	Distribución de producto terminado.....	61
	4.4.2.	Señalización de áreas	62
4.5.		Integración de bitácoras	62
	4.5.1.	Formato de recepción de desechos	62
	4.5.2.	Bitácora de control de la producción	62
	4.5.3.	Bitácora de recepción de compost	63
4.6.		Capacitación a recurso humano.....	63
	4.6.1.	Uso de equipo de seguridad e higiene	63
	4.6.2.	Uso de formatos y bitácoras.....	64
4.7.		Indicadores de gestión	64
	4.7.1.	Tipos de indicadores	64
	4.7.2.	Frecuencia de medición	66
4.8.		Programación de auditorias	67
	4.8.1.	Internas	67
	4.8.2.	Externas	67
4.9.		Tiempo de Implementación de la Propuesta	68
5.		SEGUIMIENTO O MEJORA	71
	5.1.	Resultados obtenidos.....	71
	5.1.1.	Interpretación de indicadores de gestión.....	71
	5.2.	Ventajas competitivas	72
	5.2.1.	Impacto ambiental positivo	72
	5.3.	Empaques biodegradables.....	73
	5.3.1.	Disminución de tiempos muertos	73
	5.4.	Beneficios.....	73
	5.4.1.	Minimización de desechos enviados al relleno sanitario.....	74
	5.4.2.	Nuevas fuentes de empleo.....	74

5.4.3.	Recuperación de materia orgánica	74
5.5.	Auditorías	75
5.5.1.	Internas.....	75
5.5.2.	Externas	76
5.6.	Lista de verificación de proceso	76
6.	ESTUDIO DE MEDIO AMBIENTE	79
6.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	79
6.1.1.	Clasificación de residuos sólidos en Guatemala.....	79
6.1.1.1.	Clasificación primaria.....	79
6.1.1.2.	Clasificación secundaria	80
6.1.2.	Disposición final de desechos.....	81
6.1.2.1.	Residuos sólidos según su tipo	81
6.1.2.1.1.	Orgánicos	81
6.1.2.1.2.	Inorgánicos.....	81
6.1.2.1.3.	Plástico	82
6.1.2.1.4.	Papel y cartón.....	82
6.1.2.1.5.	Vidrio	82
6.1.2.1.6.	Metal.....	83
6.1.2.1.7.	Multicapas	83
6.1.2.1.8.	Residuos especiales.....	83
6.1.2.1.9.	Residuos peligrosos	83
6.2.	Condiciones ambientales.....	84
6.2.1.	Política ambiental	84
6.2.2.	Recursos renovables	84
6.2.3.	Efectos adversos de los desechos al medio ambiente	84
6.3.	Medidas de mitigación	86

6.3.1.	Política Nacional para el Manejo Integral de residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 281-2015).....	86
6.3.1.1.	Marco Legal.....	86
6.3.1.2.	Visión de la Política	87
6.3.1.3.	Objetivos de la Política	88
	6.3.1.3.1. Objetivo general	88
	6.3.1.3.2. Objetivos estratégicos... ..	89
6.3.2.	Las 3R.....	89
6.4.	Ahorro energético.....	90
6.4.1.	Generación de energía eléctrica	90
6.5.	Regeneración de suelos.....	91
6.5.1.	Eliminación de uso de productos químicos	91
6.5.2.	Retención de nutrientes.....	92
6.5.3.	Salud humana y ambiental	93
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99
	APÉNDICES.....	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Macro localización Municipalidad de Guatemala	1
2.	Organigrama de la Municipalidad de Guatemala	3
3.	Macro localización Central de Mayoreo (CENMA)	5
4.	Macro localización NutriSuelos	8
5.	Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala.....	17
6.	Maquinaria Bobcat	24
7.	Trituradora de ramas.....	25
8.	Pala agrícola	26
9.	Termómetro para compostaje	27
10.	Diagrama de operaciones de NutriSuelos.....	35
11.	Diagrama de flujo de proceso de producción de compost.....	36
12.	Diagrama de recorrido NutriSuelos	37
13.	Utilizar equipo de seguridad.....	43
14.	No utilizar teléfono.....	44
15.	No fumar	44
16.	Prohibido ingresar e ingerir alimentos	45
17.	Interrelación de indicadores de gestión.....	66
18.	Diagrama de Ishikawa.....	72
19.	Clasificación primaria	80
20.	Clasificación secundaria.....	80
21.	Gráfico del marco Legal de la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos	87

22.	Principio 3R	90
-----	--------------------	----

TABLAS

I.	Clasificación de desechos por galpón.....	22
II.	Formato de recepción de desechos.....	40
III.	Bitácora de control de la producción.....	41
IV.	Bitácora de recepción de compost.....	46
V.	Cotización elementos equipo de protección personal.....	50
VI.	Cotización rótulos de señalización.....	51
VII.	Costos propuestos	52
VIII.	Beneficios de Inversión.....	53
IX.	Diagrama de Gantt.....	69
X.	Lista de verificación de proceso.....	77
XI.	Beneficio según propiedades.....	92

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
h	Hora
MW	Megavatio
m	Metro
PET	Polietileno tereftalato

GLOSARIO

BPM	Buenas Prácticas de Manufactura.
Biodegradable	Que se descompone en elementos químicos naturales por acción de organismos vivos como el sol, agua, bacterias, entre otros.
Biodigestor	Tanque cerrado en el que se producen reacciones anaeróbicas en el que se degrada materia orgánica.
Calentamiento Global	Aumento de la temperatura media del sistema climático de la Tierra a largo plazo.
CENMA	Central de Mayoreo.
Compactación	Aumento de densidad y disminución de macroporosidad en el suelo que no permite la penetración de las raíces y el agua.
Compost	Abono natural obtenido a partir de desechos orgánicos.
Consumidor final	Hace referencia a la persona que finalmente consume el producto terminado.

Ecosistema	Es una comunidad de seres vivos junto a componentes no vivos de su entorno, que interactúan como un sistema.
Erosión	Desgaste de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie terrestre.
Galpón	Construcción grande y techada que se usa como depósito de mercancías.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
Kaizen	Hace referencia a un concepto de sistema de calidad, es decir mejora continua.
Lixiviados	Líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Mejora continua	Mejora de procesos operativos que se basa en la constante revisión para minimizar errores de manera permanente.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Relleno Sanitario	También llamados vertederos o basureros, son aquellos lugares donde finalmente se deposita la basura.

Seiketsu	Estandarizar. Cuarta etapa de la metodología 5S.
Seiri	Clasificación. Primera etapa de la metodología 5S.
Seiso	Orden. Segunda etapa de la metodología 5S.
Shitsuke	Disciplina. Es la quinta etapa de la metodología 5S.
Stock	Palabra en ingles que es utilizada para referirse a la cantidad de herramientas y accesorios en existencia.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es un estudio de investigación que se desarrolla mediante un diagnóstico de la situación y condiciones actuales de la empresa con el fin de detectar aspectos críticos y oportunidades de mejora para implementar cambios en el sistema de producción.

El modelo productivo propuesto para NutriSuelos tiene un enfoque en procesos, con lo que se pretende crear cambios que beneficien a la empresa y les permita obtener grandes beneficios a través de mínimas inversiones.

Inicialmente se describe los aspectos actuales como punto de partida, una vez analizado esto, se procede a proponer el crecimiento del equipo, reclutando recurso humano para la realización de las actividades en masa incluyendo equipo administrativo y operativo.

El modelo propone la integración de bitácoras que sean de apoyo en la documentación de los procesos, lo cual permitirá la medición de resultados por medio de indicadores de gestión. Posteriormente sugiere la implementación de capacitaciones para crear una cultura amigable con el ambiente y de seguridad industrial entre los trabajadores y en la empresa; se detalla las auditorías como elementos de control que aseguren la funcionalidad del modelo y contribuyan a la mejora continua. Finalmente se realiza un estudio de medio ambiente para resaltar los beneficios y la importancia de este proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo productivo, a partir de un diagnóstico de la situación actual en la Central de Mayoreo (CENMA), para efficientar el uso de desechos orgánicos para la fabricación de compost en NutriSuelos.

Específicos

1. Diagnosticar los aspectos generales correspondientes al funcionamiento de NutriSuelos en conjunto a la Central de Mayoreo (CENMA), para ajustarse a las necesidades a cubrir.
2. Establecer un sistema productivo que permita aumentar la producción de compost, en NutriSuelos.
3. Determinar los costos propuestos, para la ejecución y desarrollo del modelo productivo en NutriSuelos.
4. Identificar los indicadores de gestión para evaluar el desempeño del sistema productivo.
5. Elaborar un diagrama de flujo del proceso de producción, para determinar el tiempo estándar de las actividades del proceso.

6. Generar nuevas fuentes de empleo, para enriquecer la productividad de la empresa a través del recurso humano necesario.
7. Minimizar el envío de desechos al relleno sanitario, para mitigar los problemas de contaminación que ocasionan.

INTRODUCCIÓN

Es importante que, en cualquier industria o empresa, en general, se haga un uso eficiente de la materia prima, para poder aprovechar al máximo los productos a elaborar. Cuando se hace referencia al hacer un uso eficiente de la materia prima, se puede hablar de la productividad, y definirla como un indicador que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

Actualmente la Central de Mayoreo (CENMA) de la Municipalidad de Guatemala, trabaja en conjunto con un emprendimiento llamado NutriSuelos de Guatemala S.A que, se dedica a la producción de compost (abono natural). Los desechos son recaudados a diario en la Central de Mayoreo, se recolecta desechos de todo tipo, sin embargo, los de tipo orgánico son trasladados a NutriSuelos para su futura transformación en compost. La empresa posee la estructura física y operativa necesaria para que se incremente sus niveles de producción diarios. Desafortunadamente esto no ha sido posible debido a que la mayor parte de los desechos recolectados no son aprovechados debido a la pequeña capacidad de producción que NutriSuelos posee y posteriormente son enviados al relleno sanitario ubicado en la zona 3 de la Ciudad de Guatemala, donde generan graves problemas de contaminación. Por lo que en el largo plazo se busca que se minimice esta cantidad de desechos, y la Central de Mayoreo (CENMA) sea auto sostenible.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) define los desechos orgánicos como materia que alguna vez estuvo viva o fue parte de un

ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de fabricación de alimentos, que se puede transformar en abono orgánico o composta.

La producción de compost (abono natural) toma suma importancia debido a los beneficios que éste brinda en la regeneración de suelos, al ser un producto totalmente natural, reemplaza por completo cualquier químico utilizado en las actividades de agricultura y cosechas, ya que a través del tiempo afectan la salud humana.

El presente trabajo de graduación se compone de seis capítulos, el primero es sobre los antecedentes generales de la empresa y definición de conceptos básicos para el desarrollo de un modelo productivo, el segundo capítulo es un diagnóstico de la situación actual de la Central de Mayoreo (CENMA) específicamente en el área de NutriSuelos, el tercero es una propuesta de modelo productivo diseñado según las condiciones identificadas, el cual permitirá mejorar los procesos de producción de compost, el cuarto capítulo será la implementación de ésta propuesta que conlleva al uso eficiente de los desechos recaudados para la elaboración de compost, el quinto es el seguimiento o mejora que se le dará posterior a la implementación de la propuesta y por último, se tiene por nombre Estudio de Medio Ambiente que hace referencia a las medidas de mitigación para la contaminación que los residuos sólidos generan.

1. ANTECEDENTES GENERALES

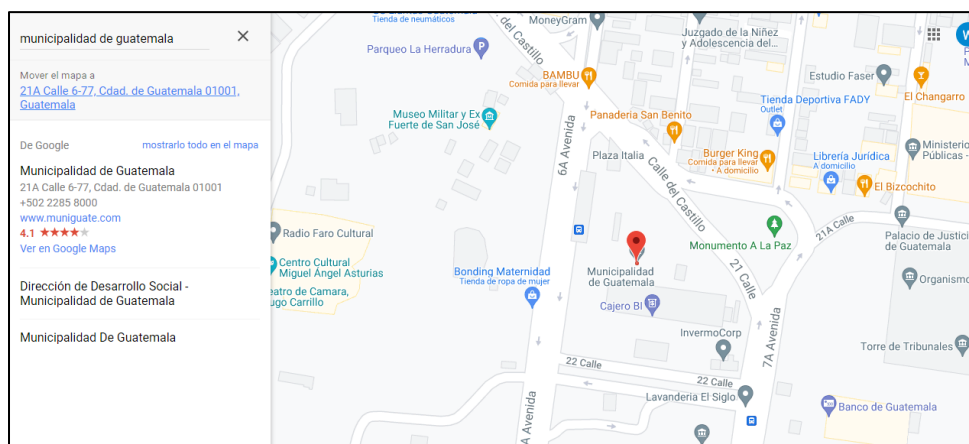
1.1. Municipalidad de Guatemala

Municipalidad de Guatemala es un organismo estatal autónomo encargado de la planificación, implementación y administración de servicios e infraestructura en la ciudad de Guatemala, capital del país con el mismo nombre.

1.1.1. Ubicación

La Municipalidad de Guatemala en 1958, dos años después de la culminación de las obras de construcción del Palacio Municipal, se traslada a su actual sede ubicada en el Centro Cívico, 21 calle 6-77 zona 1.

Figura 1. Macro localización Municipalidad de Guatemala



Fuente: Google Maps. *Municipalidad de Guatemala*.

<https://sig.muniguate.com/home/?mod=mapa>. Consulta: 4 de abril de 2021.

1.1.2. Historia

Se dice que cuando la Ciudad de Guatemala se trasladó al Valle de la Ermita en el año 1776, se llevó a cabo la primera reunión municipal en una casa de techo de paja, en donde actualmente se encuentra el barrio de la Parroquia, zona 6.

El diseño del Palacio Municipal fue concebido por el arquitecto Roberto Aycinena y el ingeniero Llarena Murúa en el año 1952, y durante la administración de Carlos Castillo Armas fue aprobado. Con más de cincuenta y cuatro años de ser sede de la Municipalidad de Guatemala, éste instauro vestigios de adaptación a corrientes arquitectónicas de países desarrollados.

Finalmente, el Palacio Municipal erige obras de artistas nacionales que representan la naturaleza, historia y cultura de Guatemala. La fachada oeste, con título “La conquista”, plasma la fuerza y fe de la cultura indígena.

1.1.3. Misión

La Municipalidad de Guatemala realiza la siguiente declaración de misión:

“El centro de la administración municipal es la persona y su objetivo principal es lograr que las personas tengan una vida de calidad”¹.

1.1.4. Visión

La Municipalidad de Guatemala realiza la siguiente declaración de visión:

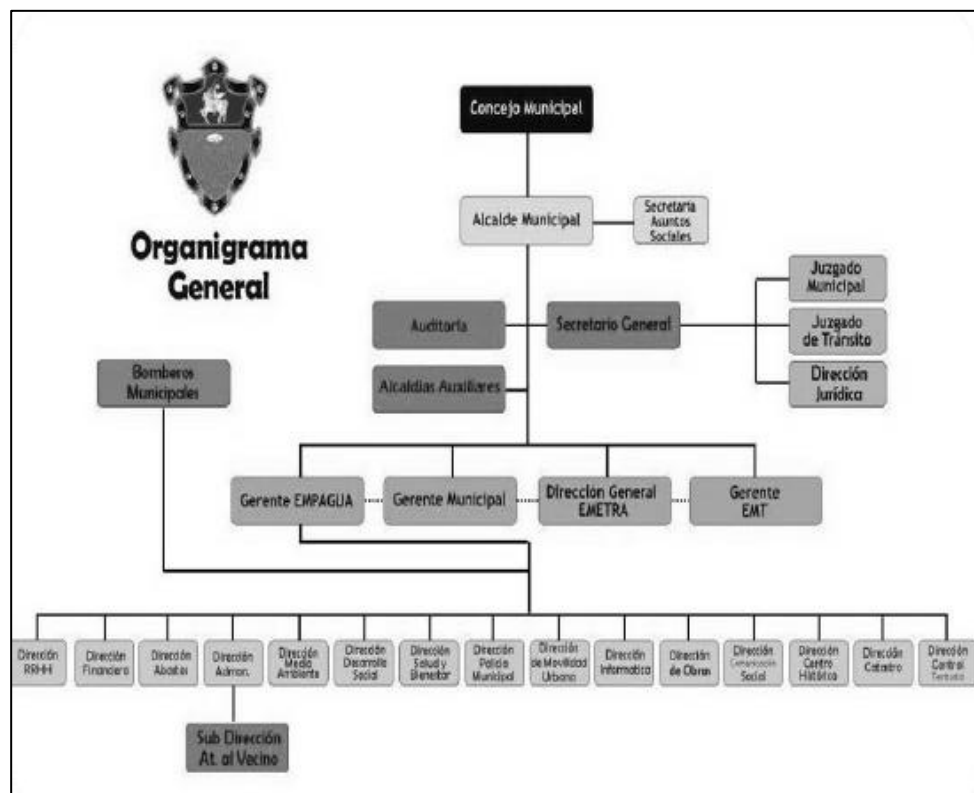
¹ Muni Guate. *Misión y visión*. <https://sig.muniguate.com/home/?mod=nosotros>. Consulta: 4 de abril de 2021.

“La visión de la Municipalidad de Guatemala es crear una Ciudad para vivir”².

1.1.5. Organigrama estructural organizacional

A continuación, se presenta en la figura 2 el organigrama estructural organizacional de la Municipalidad de Guatemala.

Figura 2. Organigrama de la Municipalidad de Guatemala



Fuente: Municipalidad de Guatemala. *Servicios*. <http://www.muniguate.com/>. Consulta: 11 de mayo de 2019.

² Muni Guate. *Misión y visión*. <https://sig.muniguate.com/home/?mod=nosotros>. Consulta: 4 de abril de 2021.

1.1.6. Servicios municipales

La prestación de servicios municipales es una de las principales funciones de la Municipalidad de Guatemala, “prestar cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio”³.

En general, los servicios municipales abarcan servicios básicos, sanitarios, socio-culturales, creación y mantenimiento de espacios públicos. Los servicios esenciales son el abastecimiento de agua potable, mantenimiento de la vía pública, ornato y alumbrado público.

1.2. Central de Mayoreo (CENMA)

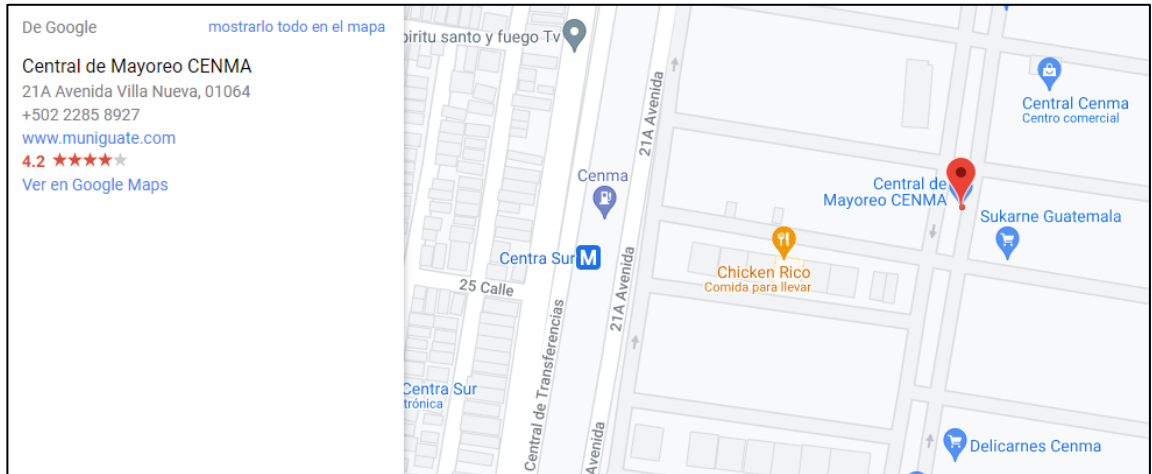
El mercado CENMA es uno de los más famosos de la ciudad de Guatemala gracias a su variedad de productos. Cuenta con muchas frutas y verduras que son cultivadas 100 % en Guatemala.

1.2.1. Ubicación

La Central de Mayoreo (CENMA) se ubica al sur de la Ciudad de Guatemala, colinda por el Norte con el residencial Monte María; al Sur se ubica el complejo habitacional El Mezquital; al Occidente con las colonias Villa Lobos I y II.

³ Muni Guate. *Servicios municipales*. <https://sig.muniguate.com/home/?mod=nosotros>. Consulta: 4 de abril de 2021

Figura 3. **Macro localización Central de Mayoreo (CENMA)**



Fuente: Google Maps. *Central de Mayoreo*. <https://mapcarta.com/es/W394509733>. Consulta: 4 de abril de 2021.

1.2.2. Funciones

Es el primer centro de abastecimiento de productos perecederos de Guatemala. Fue construido en la década de 1980.

La función principal de CENMA es disminuir las pérdidas físicas de los productos agrícolas, y con ello aumentar el abastecimiento de alimentos, mantener la calidad de los productos, para que éstos puedan ser consumidos en mejores condiciones de higiene, reduciendo los márgenes de comercialización de los productos, y con impacto positivo en los precios del consumidor final.

1.3. NutriSuelos de Guatemala, S.A.

NutriSuelos busca reducir la cantidad de residuos que llega al basurero de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, esto a través de compostar (crear abono natural) diferentes desechos orgánicos, con lo que desea ayudar a los agricultores guatemaltecos de diferentes áreas del país.

1.3.1. Inicios de la empresa

NutriSuelos nace como un emprendimiento que busca atender la necesidad de crear un impacto positivo al medio ambiente, debido a la gran cantidad de desechos sólidos que se generan a diario a nivel mundial (1,3 mil millones de toneladas de desechos sólidos anuales y se espera que esta cifra aumente a 2,2 mil millones de toneladas en el año 2025). (*Worldbank, What a waste: 9*). Los desechos sólidos mal manejados tienen enormes efectos nocivos en el ambiente y en la salud humana y a la larga generan costos más elevados que un tratamiento apropiado. Según el informe del Banco Mundial *What a waste*, la gestión de los desechos sólidos municipales es el servicio más importante que una ciudad provee, al que generalmente destina una fracción grande de su presupuesto y es uno de los mayores generadores de empleo. Los desechos sólidos orgánicos también constituyen una fuente de metano, un gas con efecto invernadero potente, con efectos a corto plazo sobre el cambio climático.

Actualmente existen únicamente esfuerzos aislados en Guatemala de un mejor manejo de los desechos sólidos. En el vertedero de la zona 3 se encuentra funcionando un proyecto de generación de electricidad a partir de gas metano, a cargo de la empresa Industrias de Biogás, S.A. que busca generar 4,8 megavatios (MW). (Prensa Libre: Generan electricidad por medio de gas metano,

20 de junio de 2015). Este proyecto, aunque constituye una mejora, no soluciona el problema.

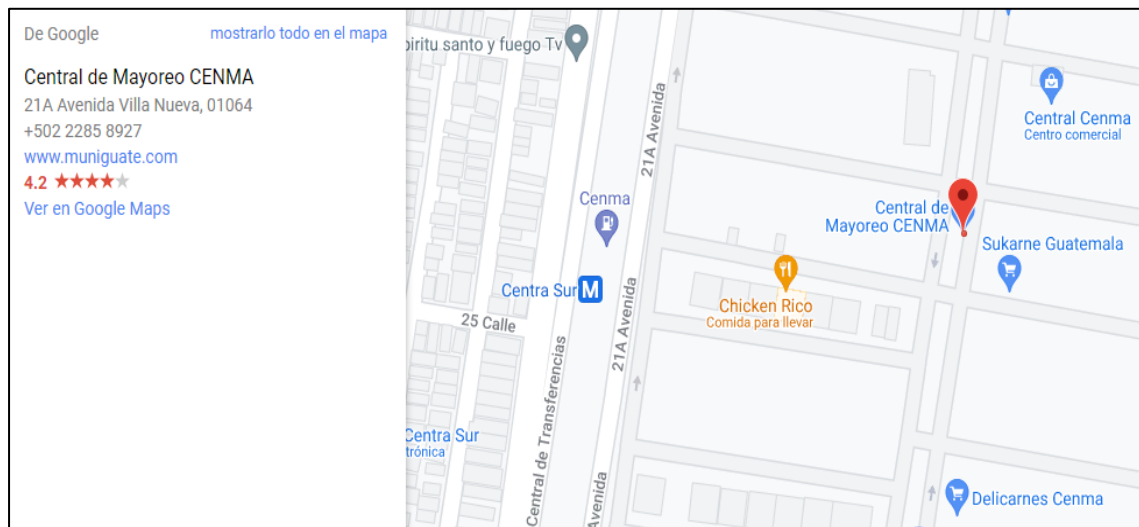
En diciembre del año 2015, se llevó a cabo un estudio preliminar el cual empezó con entrevistas y encuestas a vendedores seleccionados al azar. Éstas mostraron como resultados los tipos de desechos que se generan a diario dentro de la Central de Mayoreo (CENMA), la cantidad que se produce, si los vendedores estaban dispuestos a contribuir mediante la clasificación de la materia que desechan, el nivel de interés en la compra/venta de compost (abono orgánico).

Posteriormente, en el año 2016 comienza sus funciones. Actualmente funcionan como una Sociedad Anónima, producen y distribuyen su producto principalmente a viveros y cualquier persona que desea adquirirlo.

1.3.2. Ubicación

NutriSuelos se encuentra ubicado dentro de la Central de Mayoreo (CENMA), al lado del Galpón No. 11.

Figura 4. **Macro localización NutriSuelos**



Fuente: Google Maps. *NutriSuelos Guatemala*.

<https://www.google.com/maps/place/Escuela+Comunitaria+Nutri+Suelos+Gt/@14.5658996,-90.560339,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xf1a5d8f1da7a76a9!8m2!3d14.5658984!4d-90.5603192>.

Consulta: 6 de abril de 2021.

1.3.3. **Productos y servicios**

NutriSuelos es un emprendimiento que se dedica a compostar los desechos orgánicos que se recaudan en la Central de Mayoreo (CENMA), para reducir la cantidad de residuos que es llevada al relleno sanitario, ubicado en la zona 3 de la Ciudad de Guatemala, donde genera graves problemas de contaminación.

Producen un compost de alta calidad, con una metodología que fue resultado de muchos años de investigación en suelos y compostaje realizado por *Landmanagement-Institute for Soil Research* (Austria).

Buscan ayudar a los agricultores guatemaltecos a mejorar la salud de sus suelos, sus cosechas y finalmente la salud humana a través de un producto responsable, seguro y de alta calidad que fomenta regeneración de suelos.

1.4. Modelo productivo

Un modelo productivo es definido como un proceso de cambios técnicos, organizacionales, administrativos y sociales, en respuesta a nuevos problemas de rentabilidad económica y aceptabilidad social.

1.4.1. Definición

Hace referencia a una serie de elementos organizados que interactúan entre sí, comprende desde la maquinaria y equipo, materiales, materia prima, el personal, los procesos, la forma y estilo de administración.

1.4.2. Filosofías de los modelos productivos

Esta filosofía industrial permite a las fábricas aumentar su productividad, a través de la reducción del costo de almacenamiento por acciones innecesarias. Produce bajo pedidos reales y no bajo suposiciones.

1.4.2.1. Método Justo a Tiempo

El objetivo principal del Justo a Tiempo se traduce como 'producir los elementos que se necesitan, en la cantidad necesaria, en el momento justo'. Actualmente la empresa trabaja con este método, lo que ha ocasionado tener una producción limitada.

1.4.2.2. Producción en cadena

También llamado producción en masa o en serie, es un modelo que tiene como base una línea de ensamblado o línea de producción, su forma de producción delega a cada trabajador una función específica y especializada. La empresa no trabaja con este método, el número de colaboradores es mínimo por lo que se ven en la necesidad de tener múltiples funciones.

1.4.2.3. Kaizen

La palabra Kaizen es traducida como 'mejora continua' y es una filosofía de gestión en las industrias. Esta permite mejorar y mantener los estándares.

Como base de Kaizen la empresa ha intentado incorporar las 5S (Seiton, Seiri, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), sin embargo, no ha sido exitoso pues no se le ha dado el seguimiento suficiente.

1.5. Productividad

A continuación, se describe la capacidad de la empresa para producir el abono natural.

1.5.1. Definición

La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados donde se debe optimizar tiempo, materiales y mano de obra. Se define como la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados.

1.5.2. Tipos de productividad

A continuación, se hace la descripción de los 3 tipos de productividad.

1.5.2.1. Productividad parcial

Este tipo de productividad relaciona la producción y un solo factor. Es una buena herramienta de diagnóstico para señalar áreas de mejoramiento para la productividad, aunque no permite analizar a nivel general.

1.5.2.2. Productividad factor total

La productividad por Factor Total contempla la producción y la relación con la suma del insumo humano y el insumo capital. Es fácil de obtener y es información atractiva para administradores de empresas.

La desventaja de este tipo de productividad es que no toma en cuenta otros tipos de gastos.

1.5.2.3. Productividad total

Este tipo de productividad considera todos los insumos. Es un dato más real del estado de la empresa. El controlar la utilidad a través de este índice puede ser de gran beneficio.

1.5.3. Efectividad

Se define como la cualidad de ser efectivo, una combinación perfecta y equilibrio entre eficiencia y eficacia.

1.5.3.1. Eficiencia

La eficiencia es un indicador de la productividad. Esta hace referencia a utilizar los medios disponibles de forma racional para cumplir una meta.

Supone una optimización, es decir, la capacidad de alcanzar un objetivo en el menor tiempo posible y con el mínimo uso de los recursos disponibles.

1.5.3.2. Eficacia

Es la capacidad de producir un bien o efecto deseado. Es lograr un resultado derivado de una acción.

1.6. Desechos orgánicos

Es toda la materia que alguna vez estuvo viva o fue parte de un ser vivo. Por ejemplo: cáscaras, ramas, hojas, residuos de alimentos, entre otros. Que se puede transformar en abono o compost.

1.7. Compost

Actualmente la empresa es el segundo mayor productor de compost en Guatemala.

1.7.1. Definición

Es un producto que se obtiene a partir de materia de tipo orgánica, que es sometida a un proceso biológico llamado compostaje. Es utilizado como abono y

como un sustituto de fertilizantes químicos, contribuyendo a la regeneración de suelos. Este producto puede ser utilizado en agricultura y también en jardinería.

1.7.2. Tipos de compost

A continuación, se describen los tipos de compost.

1.7.2.1. Compost orgánico básico

En el suelo se apila el material orgánico, alternando entre capas de materiales secos y húmedos. Se acelera el proceso ya que los microorganismos ya presentes en el suelo ascienden fácilmente por toda la pila. Por último, el material debe ser volteado periódicamente.

1.7.2.2. En pila

En este tipo de compost se apilan diversas capas de materia orgánica, y se deben mantener las condiciones de humedad.

1.7.2.3. Compost de lombrices

Este método emplea lombrices, las cuales constantemente van ingiriendo los restos para posteriormente transformarlos en abono.

1.7.3. Beneficios del compost

Gran parte de la basura que se genera en las casas, es materia orgánica, que puede ser aprovechada, previo tratamiento, como enmienda orgánica en huertas y jardines.

1.7.3.1. Beneficios económicos del compostaje

- Venta o uso del compost.
- Extensión de la vida útil del vertedero municipal.
- Fácil acceso de agricultores a un abono natural y económico que mejora el rendimiento de sus suelos y la calidad de sus productos.

1.7.3.2. Beneficios ambientales del compostaje

- Reducción de gases con efecto invernadero.
- Menos generación de lixiviados y gases contaminantes del ambiente.
- Reemplazo de fertilizantes químicos que pueden dañar los suelos por un abono natural.
- El compost estabiliza el suelo contra la erosión, mejora la infiltración y retención de agua.

1.8. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa⁴.

⁴ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Institución*. <https://www.marn.gob.gt/paginas/Institucion>. Consulta: 19 de mayo de 2019.

1.8.1. Misión

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales realiza la siguiente declaración de misión:

“Somos la institución que regula la gestión ambiental y promueve el desarrollo sostenible en Guatemala, de forma participativa”⁵.

1.8.2. Visión

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales realiza la siguiente declaración de visión:

“Ser la institución que ejerza la rectoría ambiental y de los recursos naturales, buscando el equilibrio del patrimonio natural con pertinencia cultural y de género”⁶.

1.8.3. Productos y servicios

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ofrece los siguientes productos y servicios:

- “Licencias Ambientales.
- Evaluación de los instrumentos ambientales.
- Control del cumplimiento de la normativa ambiental.
- Educación ambiental.

⁵ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Misión y visión*. [https://www.marn.gob.gt/paginas/Misión_y_Visión](https://www.marn.gob.gt/paginas/Mision_y_Vision). Consulta: 19 de mayo de 2019.

⁶ *Ibíd.*

- Control y seguimiento de las medidas de mitigación dentro de las diferentes actividades económicas.
- Asesoría en producción más limpia⁷.

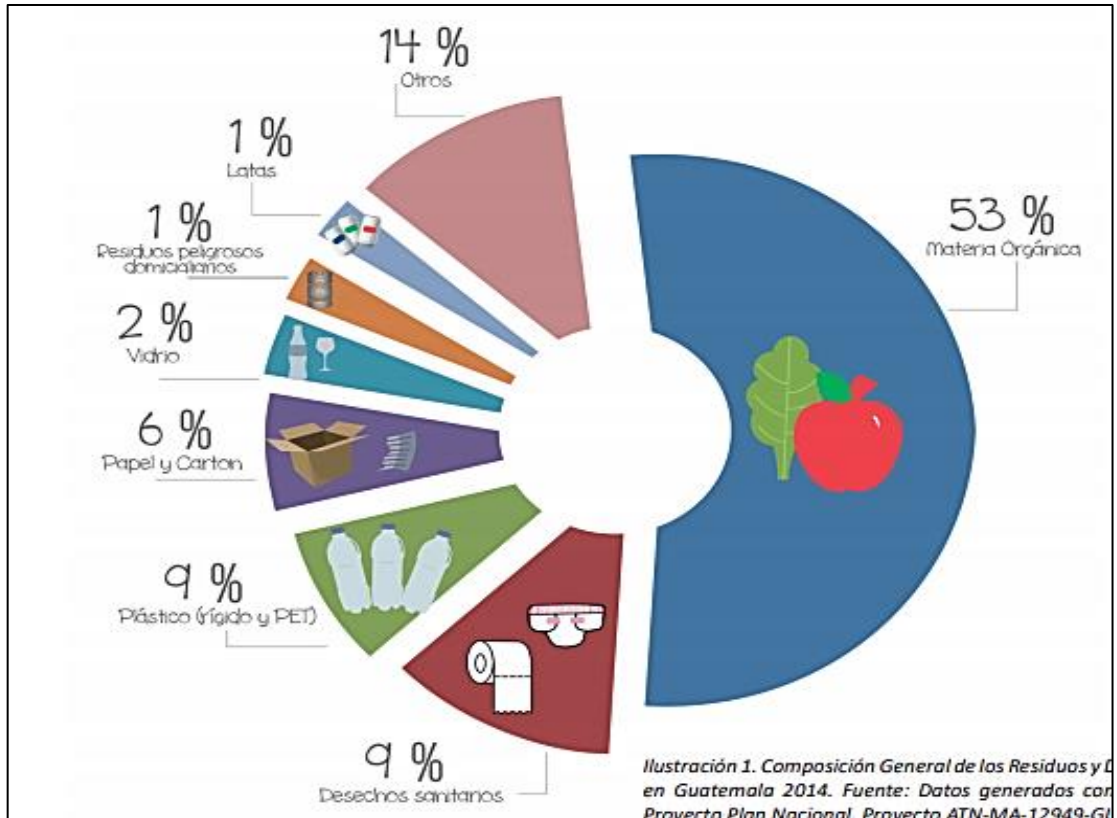
1.8.4. Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala

Guatemala ha desarrollado en las últimas décadas lo cual es evidente a través del crecimiento económico y el incremento del sector industrial, estos se relacionan con una demanda de recursos para lograr satisfacer las necesidades de la población. Este patrón sobrepasa la capacidad del sistema, generando residuos y desechos sólidos en aumento.

En Guatemala se estima que la generación per cápita de residuos y desechos sólidos comunes es de 0,52 kilogramos por habitante al día; se estima que el 53 % es materia orgánica, 9 % plásticos, 6 % papel y cartón, 2 % vidrio y 1 % latas.

⁷ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Productos y servicios*. <https://www.marn.gob.gt/paginas/Institución>. Consulta: 19 de mayo de 2019

Figura 5. **Composición general de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes.* p. 5.

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Área de NutriSuelos en la Central de Mayoreo (CENMA)

Es un emprendimiento que se dedica a producir un abono natural (compost) a partir de los desechos orgánicos de CENMA (Central de Mayoreo), Villanueva, para reducir la cantidad de residuos que es llevada al basurero de zona 3, donde genera graves problemas de contaminación. Produce un compost de alta calidad, que sirve a la regeneración de suelos, con una metodología que es resultado de 40 años de investigación en suelos y compostaje realizado por *Landmanagement- United Research for Soil* (Austria). Busca ayudar a los agricultores guatemaltecos a mejorar la salud de sus suelos, sus cosechas y finalmente la salud humana. También está implementando un huerto comunitario en CENMA, con el fin de involucrar a los trabajadores de la administración en el proyecto, así como probar el abono.

2.1.1. Descripción del área

NutriSuelos se conforma de una pared perimetral, portón, bodega de insumos y producto terminado, sanitarios, área de carga producto terminado, área de descarga materia prima, oficina, canal de recolección de lixiviados y recolección de agua de lluvia.

El área de producción se divide en:

- Zona de trituración: utilizada para la homogenización de los residuos según clasificación previa y para homogeneizar el material terminado.

- Zona de mezclas: área utilizada para la formulación y mezcla de los materiales que serán sometidos al proceso de compostaje.
- Zona de compostaje: área donde se colocan las pilas de compostaje. Esta cuenta con un desnivel del 3-5 %, con una hilera de compostaje de será de 0,80 m de alto, 1,20 m de ancho y 5 m de largo.
- Zona de empaque: área donde se empaqueta el producto final para su venta y distribución.

Actualmente el área de producción no se encuentra techada, las pilas de compostaje y el proceso se realiza al aire libre.

2.2. Metodología de investigación de suelos y compostaje

Para el proceso de compostaje se utiliza la metodología del Centro de investigación *Landmanagement- United Research for Soil* de Austria. Esta metodología con bases científicas fue aprendida durante el Seminario *Manejo de humus en suelos y compostas para composteo agrícola y municipal, agricultura y actividades relacionadas* con el apoyo de la organización Heifer International en la USAC, en julio 2016.

El compost generado utilizando esta metodología, produce un compost de alta calidad, mejorando la vida microbiana y por lo tanto la calidad y rendimiento de los suelos y cultivos. Esto diferencia la metodología empleada de otras formas de compostaje que producen un compost de baja calidad, generando toxinas y fomentan la aparición de enfermedades y plagas en los cultivos.

2.3. Desechos recolectados

Actualmente en la Central de Mayoreo (CENMA) se recolectan diariamente alrededor de 25 toneladas de desechos, de los cuales 80 % son de tipo orgánico y 20 % desechos varios.

2.3.1. Desechos orgánicos

De las 20 toneladas aproximadamente que se recaudan a diario de desechos orgánicos se puede encontrar restos de tomate, banano, pepinos, chile pimiento, aguacate, fruta de temporada, hojas de mandarina, piña, hierbas y restos de una extensa variedad de alimentos.

2.3.2. Desechos varios

Al hacer mención a desechos varios o de tipo inorgánico. Este tipo de desechos incluye plásticos, cartón, botellas PET, vasos y platos de duroport, bolsas plásticas y envoltorios, entre otros.

2.3.3. Clasificación de desechos recolectados por galpón

Utilizando la técnica de encuestas para la recolección de información del diagnóstico situacional, NutriSuelos determinó qué desechos sólidos son los más comunes en cada galpón de la Central de Mayoreo (CENMA), con el fin de determinar qué materia orgánica se utilizará para el proceso de compostaje.

Tabla I. **Clasificación de desechos por galpón**

Galpón	Tipos de desechos sólidos
1	Sobre todo papa y lodo, poca hortaliza (coliflor, brócoli, zanahoria, cilantro, rábano, rechazo de verdura), plástico (envoltorio), pita, consumo diario.
2	Hortalizas varias: hoja de lechuga, brócoli, apio, hoja de zanahoria, güisquil, hoja de güisquil, miltomate, hoja de miltomate, fresa, chile pimiento, pepino, güicoy, plástico, consumo diario.
3	Tomate, chile pimiento, poca berenjena, consumo diario.
4	Tomate, chile pimiento, pepino, consumo diario.
5	Cáscara de cebolla, aguacate, repollo, hortaliza varia, consumo diario.
6	Tomate, chile pimiento, pepino, consumo diario.
7	Abarrotería y varios
9	Asociación de Patzicía: hojas de hortalizas varias, consumo diario, plástico.
11	Rechazo de banano y plátano, tallo banano y plátano, aguacate, fruta de temporada (uva, mandarina, manzana) duroport, plástico, esquinera plástica, papel.
12	Banano, güicoy, repollo, arveja, hoja de brócoli, papaya, tallos de banano, hoja de yuca, plátano, papel, consumo diario.
15	Hierbas, tierra, miltomate y hoja de miltomate, hojas de hortalizas, hoja de yuca, coco, aguacate, piña, papaya, plátano, hortalizas varias.
16	Hojas de piña, piña, hojas de mandarina, cartón, papel, hortalizas varias, plástico.
17	Cítricos, papaya, prensa, papel, consumo diario.
18	Piña, hoja de piña, papaya, melón, sandía, repollo, papel.
19	Melón, papaya, sandía, papel manila, duroport, consumo diario.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019. Con información de encuestas realizadas a vendedores de cada galpón.

2.4. Descripción del equipo

Se describe el equipo utilizado para la elaboración del compost.

2.4.1. Maquinaria

A continuación, se hace la descripción de la maquinaria a utilizar en la preparación del compost en la Central de Mayoreo.

2.4.1.1. Camión compactador de basura

Un camión compactador de basura por lo general, se utiliza para el transporte de la basura y para su almacenamiento. Los camiones compactadores facilitan el traslado de mayor cantidad de residuos en cada viaje.

En la Central de Mayoreo (CENMA) se hace uso de estos camiones para la recolección de desechos en general en cada galpón, son reunidos y posteriormente trasladados al área de NutriSuelos para ser tratados y transformados en compost.

2.4.1.2. Bobcat

Bobcat es un equipo agrícola, también usado en el sector de construcción. Esta máquina consta de un chasis con cabina cubierta desmontable, con una cuchara frontal de poca capacidad.

Para la producción de NutriSuelos, tiene un importante papel, ya que periódicamente los desechos en proceso de descomposición deben ser intercalados y volteados, con este equipo.

Figura 6. **Maquinaria Bobcat**



Fuente: Talleres Turquino. *Alquiler de maquinaria*. www.talleresturquino.es. Consulta: 25 de mayo de 2019.

2.4.1.3. Trituradora de ramas

Es un equipo que como su nombre lo dice, se encarga de triturar madera, y prepara el material para ser utilizado. Funciona a través de un motor que se encarga de moler los troncos y ramas. Por lo regular todas las trituradoras de ramas dependen de una fuente de energía.

En NutriSuelos se utiliza ya que entre las toneladas de desechos recaudados se encuentran restos de verdura como troncos y partes duras, que resultan difíciles de descomponer, por lo que para acelerar este proceso se deben triturar y disminuir su tamaño.

Figura 7. Trituradora de ramas



Fuente: Garrastatxu. *Maquinaria de jardinería, forestal y agrícola*. www.garrastatxu.com.

Consulta: 25 de mayo de 2019.

2.4.2. Herramientas

A continuación, se hace la descripción de la herramienta a utilizar en la elaboración del compost.

2.4.2.1. Pala agrícola

Una pala agrícola o solamente pala, es una herramienta de mano muy útil para cualquier proceso o actividad agrícola e incluso de construcción, para mover cualquier material relativamente pequeño o excavar. Normalmente consta de una lámina curvada y un mango de madera o metálico.

En NutriSuelos esta herramienta es muy utilizada para mover, trasladar, voltear los desechos tanto al momento de su recepción y durante el proceso de descomposición de los mismos.

Figura 8. **Pala agrícola**



Fuente: EPA. *Productos*. www.unionferretera.com. Consulta: 25 de mayo de 2019.

2.4.2.2. Termómetro para compostaje

Para obtener un buen compost (abono orgánico) se requiere de excelentes condiciones de humedad y temperatura, para lo cual resulta útil e importante un termómetro de compostaje, especial para tener un control de la pila de compost. Están hechos de acero inoxidable y cuentan con sondas de penetración de hasta dos metros de profundidad.

En el proceso de producción de compost se utiliza mucho ya que cada cierta cantidad de tiempo se debe monitorear la temperatura de la pila y los desechos, y así asegurar las óptimas condiciones para el mismo.

Figura 9. **Termómetro para compostaje**



Fuente: Agroterra. *El mayor mercado para agricultura, ganadería.* www.agroterra.com.

Consulta: 25 de mayo de 2019.

2.4.2.3. Pila de compost

Una pila o silo tiene como objetivo la generación de un entorno apropiado para un ecosistema de descomposición. El entorno no solo debe mantener a los agentes de descomposición sino también a los que se alimentan de ellos. Todos los residuos de este proceso pasan a formar parte del compost.

2.5. Descripción del proceso

El proceso de recepción de desechos se realiza a diario, un vehículo marca Hyundai K2700 con capacidad de hasta 1,5 toneladas se encarga de recolectar los desechos de cada galpón en la Central de Mayoreo (CENMA) y trasladarlos al área de NutriSuelos. Se realiza uno, dos, tres o cuantos viajes sean necesarios según la cantidad de materia que se recolecte, lo que no será utilizado para compostar se traslada a un área llamada La Playa en la cual el camión de basura

llega y retira lo que restó, para posteriormente llevarlo al relleno sanitario ubicado en la zona 3 de la Ciudad de Guatemala.

2.5.1. Recepción de desechos

En NutriSuelos, una persona se encarga de recibir y de descargar la materia que llega, para luego clasificarla y prepararla para poder empezar el proceso de descomposición y fabricación. Ver anexo 1.

2.5.2. Manufactura actual

Para el proceso de manufactura de compost de NutriSuelos se utiliza la metodología del Centro de investigación *Landmanagement- United Research for Soil* de Austria.

El proceso de elaboración del compost dura aproximadamente cuarenta y dos días, en los cuales se da la descomposición de los desechos. Se debe agregar agua para humedecer los desechos todos los días y se deben voltear, trabajo que se realiza utilizando el Bobcat.

- Día 1
 - Picar materiales gruesos.
 - Formación de hilera por capas utilizando los distintos materiales para garantizar la homogeneidad de la hilera y formando un triángulo para crear un 'efecto de chimenea'.
 - Al finalizar la construcción de la hilera, mezclar las capas de distintos materiales manualmente, ya que es la única garantía de que las condiciones serán las mismas en toda la hilera.

- Agregar agua dependiendo de humedad de los materiales a utilizar.
- Día 2-10
 - Monitoreo de parámetro de parámetros importantes: temperatura, CO₂ y humedad. Debido a los costos elevados relacionados con la adquisición, no se cuenta con un medidor de CO₂ para la prueba.
 - Riego según necesidad de humedad para mantener un nivel adecuado.
 - Mínimo un volteo diario de hilera por 10 días consecutivos, permitiendo escape de CO₂ en una zanja. Si la temperatura excede el máximo (58 °C), será necesario voltear más de una vez al día.
- Día 10-42
 - Luego de los 10 primeros días, se debe voltear la hilera las veces necesarias según la lectura de temperatura durante 6 semanas y también se debe controlar la humedad de la misma, por lo cual se debe regar según necesidad.
 - Al finalizar el proceso se llevarán a cabo análisis de laboratorio pertinentes en UVIGER, para determinar la calidad del abono, en esta institución también se realizará la interpretación de los datos obtenidos.

El diagrama de flujo del proceso se puede observar en la figura 10.

2.5.3. Empaque ecológico e industrial

El empaque de compost, NutriSuelos lo realiza en presentaciones de 5 y 10 libras, por lo regular, y otra presentación más grande de 25 libras. De esta manera logran distribuir un compost (abono orgánico) de calidad.

Un aspecto muy importante e interesante del empaque de NutriSuelos es que es amigable con el ambiente, ecológico, ya que se hace en bolsas a base de papa, por lo que con el paso de los días desaparecen en su totalidad.

NutriSuelos realizó pruebas a estas bolsas para asegurar que fueran de calidad y crearan un impacto positivo al ambiente, metieron las bolsas en las pilas de compostaje que se calientan a más de 50 °C y en siete días las bolsas desaparecieron en su totalidad. Ver anexo 4.

2.6. Factores que afectan la producción

Dificultades como fatiga visual, estrés, agotamiento son malestares que se relacionan con la iluminación de las empresas, por lo que se convierte en un factor que, en lugar de favorecer la producción, la afecta.

2.6.1. Iluminación

La iluminación tiene como función principal en los espacios de trabajo, apoyar la tarea del trabajador u operario, por lo que al momento de diseñar los espacios se debe tener en cuenta.

Por el tipo de producción, NutriSuelos utiliza iluminación natural, es decir, la luz del día.

2.6.2. Ventilación natural

Una mala ventilación influye negativamente en la salud de los trabajadores. Por lo que tener una buena ventilación es importante y favorecerá el proceso de producción y hará que el trabajador se sienta en un ambiente laboral más cómodo.

Por el tipo de producción que NutriSuelos maneja, abono natural, la ventilación pasa a ser uno de los factores esenciales de los que depende el proceso de manufactura. El proceso de elaboración se realiza al aire libre, por lo que la temperatura del día a día influye de gran manera, incluso cuando se utilizan las pilas de compostaje, que como se mencionó con anterioridad, se calientan a más de 50 °C.

2.6.3. Clima en Guatemala

Las condiciones climáticas en Guatemala varían extremadamente día a día, hay días en los que la temperatura se eleva radicalmente, y de igual manera días en los que baja y otros se mantiene. Debido a lo poco predecible que el clima es, se debe tener cuidado al momento de planificar la producción ya que no todos los días se tienen las mismas condiciones.

La época lluviosa suele causar problemas para NutriSuelos, por lo que se debe buscar una solución para reforzar el proceso de producción y se minimice el impacto que la lluvia causa.

3. PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO PRODUCTIVO

3.1. NutriSuelos de Guatemala, S.A.

NutriSuelos es un emprendimiento que se dedica a producir abono natural de diferentes desechos orgánicos, con el objetivo de ayudar al medio ambiente.

3.1.1. Localización industrial

La localización industrial brinda la mejor ubicación para una empresa, según su tipo de actividad industrial, número de trabajadores, el ruido que la misma genera, y toma en cuenta otros aspectos para que ser ubicada. Para NutriSuelos se propone lo siguiente:

- Permanecer en la zona y ubicación actual.

El área en donde se encuentra ubicada actualmente, es un área óptima para desarrollar los procesos de compostaje. Además de la facilidad de obtención de los recursos, es un área segura y lo suficientemente grande para ampliar el lugar e invertir en la infraestructura y capacidad instalada del mismo.

3.2. Planeación industrial

En esta sección se incluye los principios de las filosofías de modelos productivos que se propone a la empresa se integren:

3.2.1. Aplicación de filosofías de modelos productivos

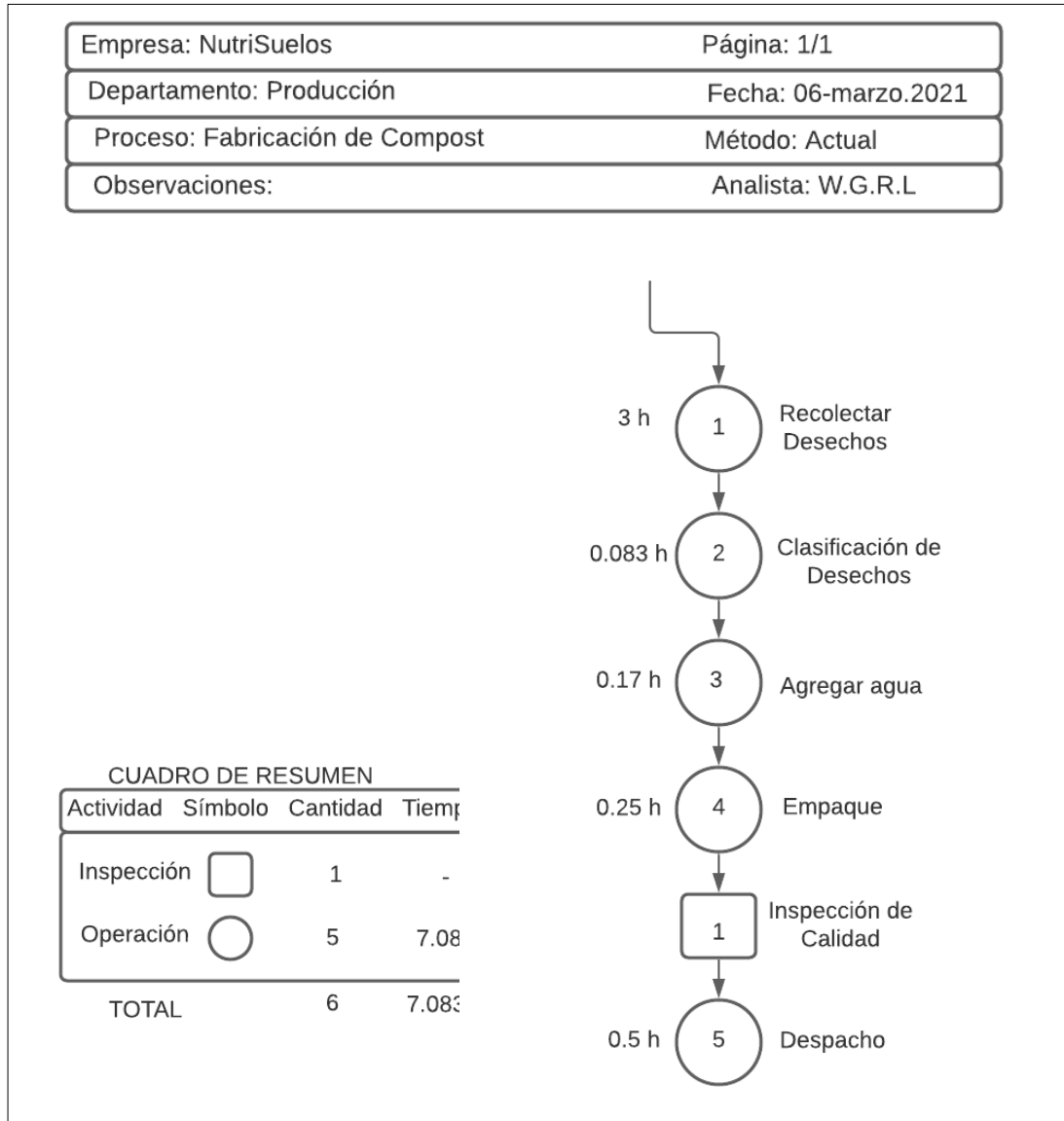
Todos estos son filosofías de los modelos productivos, de los cuales se busca que la empresa adquiriera lo mejor de cada una de ellas al implementar la propuesta de modelo productivo, de la siguiente manera:

Justo a tiempo: este método no es aplicable para la propuesta de modelo productivo para Nutrisuelos debido a que mientras más producción de compost se tenga, mejor y mayor será el impacto ambiental que generarán.

3.2.2. Diagrama de flujo y operaciones de proceso de producción

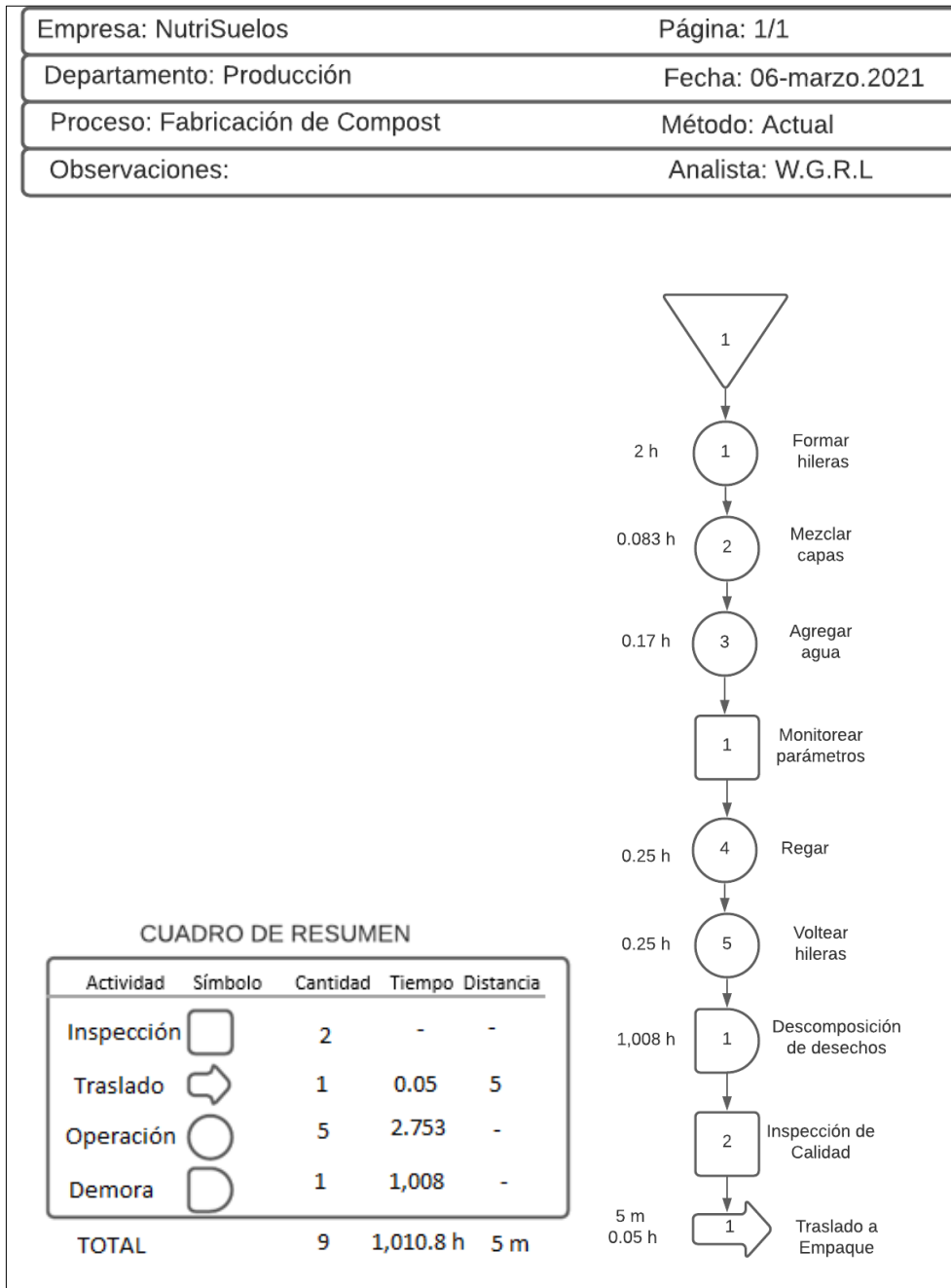
El proceso de producción de compost propuesto para NutriSuelos se visualiza a través de la figura No. 8, mediante un diagrama de flujo de proceso, el cual estima el tiempo estándar total. Estos valores son teóricos, dependen del número de toneladas de desechos recolectadas en el día y en la cantidad restante posterior a la clasificación.

Figura 10. Diagrama de operaciones de NutriSuelos



Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart.

Figura 11. Diagrama de flujo de proceso de producción de compost

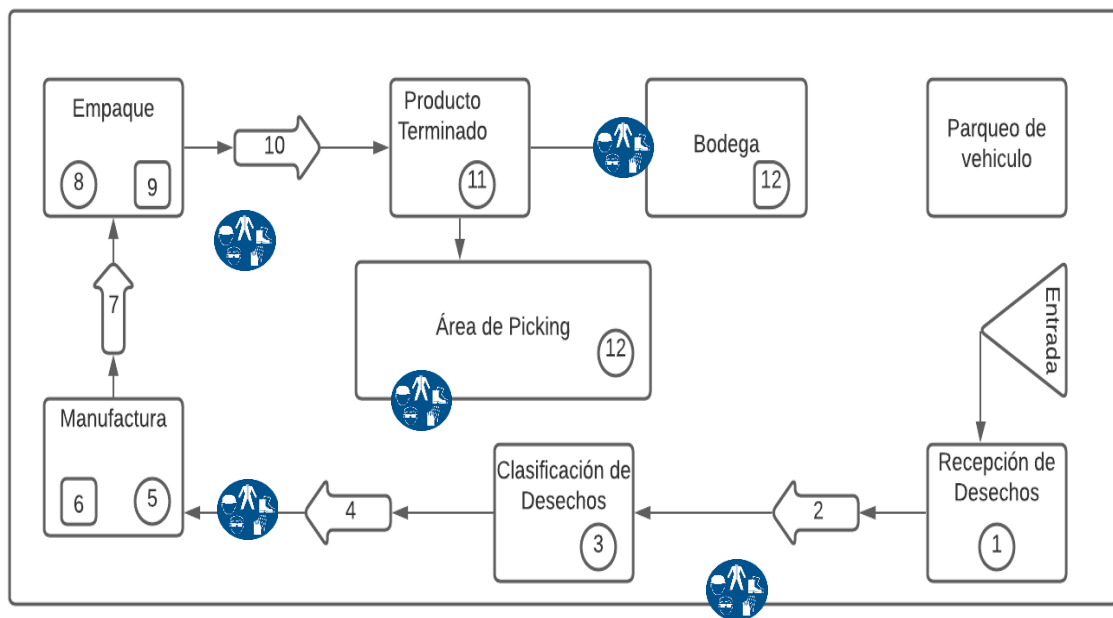


Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart.

3.2.3. Diagrama de recorrido

La propuesta para el rediseño de las instalaciones se muestra en la figura 12 Mediante un diagrama de recorrido.

Figura 12. Diagrama de recorrido NutriSuelos



Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart.

3.3. Recurso humano

A continuación, se describe el recurso humano como elemento fundamental para la gestión de calidad y la competitividad organizacional.

3.3.1. Fuentes de empleo

La generación de empleo es una oportunidad para muchas personas que día a día buscan superarse y ser una fuente de ingresos en cada uno de sus hogares. Para una empresa, la apertura de nuevas plazas y generar nuevos roles, es una oportunidad de mejorar procesos volviéndolos más productivos, a través de una buena distribución de tareas en los empleados.

Se deberá invertir en el recurso humano, para generar un importante apoyo a la cadena de suministros de NutriSuelos.

Actualmente ellos se manejan únicamente a través de dos personas que están a cargo de todos los procesos. Por lo que se les propone la apertura de nuevas plazas.

3.3.2. Jornadas laborales

La jornada laboral es el tiempo efectivo que una persona trabaja durante un día o determinado periodo. No es lo mismo que un horario de trabajo, ya que éste última marca la hora de entrada y hora de salida.

Para NutriSuelos, es muy conveniente que sus operarios tengan una hora de ingreso a partir de las 6:30 am y hora de salida de 3:30 pm. Se requiere que entren desde las primeras horas del día, debido a que son las horas más aprovechables del día por las condiciones climáticas y temperaturas alcanzadas, en beneficio al proceso de compostar.

El analista de procesos es esencial que mantenga un horario dentro de la empresa, para que este por completo al tanto de las actividades realizadas en el establecimiento, por lo que deberá trabajar en jornada diurna, de 7 am a 4 pm.

El Encargado/a de mercadeo no es necesario que asista a diario al establecimiento, y tenga un horario fijo. Sin embargo, si es necesario que asista continuamente para estar al tanto de los procesos que lleva NutriSuelos, cualquier cambio o inconveniente que pueda surgir y que invierta al menos 6 horas diarias de su trabajo efectivo en buscar de oportunidades de mejora y manejo de redes sociales en beneficio a NutriSuelos.

3.3.3. Distribución y delegación de tareas

Con base en el modelo de producción en cadena, se debe delegar a cada trabajador una función específica y especializada. Para que el trabajo de todo el personal sea efectivo, es importante la comunicación y relación en conjunto, de esta manera se lograrán mejores resultados. Es importante que cada uno tenga una carga de trabajo no excesiva, para que tenga un mejor rendimiento.

Para esto se debe hacer una evaluación de cargas de trabajo, la cual consiste en detallar las actividades de cada uno de los trabajadores, para posteriormente realizar un análisis cuantitativo y gráfico de los porcentajes que representa cada uno.

De esta manera los resultados arrojaran si alguno está más cargado que otro, para lo que se evalúa si conviene trasladar tareas de una persona a otra, si se requiere una distribución, o si es preferente la apertura de nuevas plazas.

3.5.1. Equipos de protección

Para el tipo de actividad que se lleva a cabo en NutriSuelos, será esencial que se verifique la seguridad e higiene industrial.

Es esencial que el personal porte equipo de seguridad, como casco, guantes especiales, botas industriales punta de acero, lentes, overol para los operarios que trabajan directamente en la producción.

- Guantes de protección: prenda de material resistente que protege contra la abrasión, corte, desgarre y perforación. Esta prenda es indispensable debido a que dentro de los desechos se encuentran ramas y objetos que pueden lastimar las manos de los operarios.
- Botas industriales (punta de acero): calzado especial protector con suela anti deslizante, útil para caminar en áreas de tierra como es el terreno de NutriSuelos, si es época de lluvia podrían resbalar. Además, protege de cualquier objeto o herramienta que les pueda caer en los pies, o al momento de utilizar la perforadora o bobcat.
- Overol: traje especial de protección para el atuendo del personal, además protección de áreas que quedan expuestas a cortes, rayos solares, entre otros.
- Lentes de protección: este elemento de seguridad se recomienda a todo el personal operativo, que está en contacto directo con los desechos, debido a pequeñas partículas de tierra que podrían causar molestias al entrar en contacto con la vista.

3.5.2. Señalización de áreas de trabajo

Un aspecto muy importante como seguridad industrial, es la señalización de áreas de trabajo. Esto con el fin de condicionar la forma de actuar de la persona que percibe estas señales.

Colocar rótulos con el nombre de cada área para identificación de los lugares de trabajo por parte de los trabajadores, y cada persona que los visite.

Los rótulos no solo deben identificar las áreas sino incluir señales que resalten y recuerden las normas que se deben cumplir frente a los riesgos para minimizar accidentes.

Figura 13. **Utilizar equipo de seguridad**



Fuente: Lifeder. *Equipo de seguridad*. www.lifeder.com. Consulta: 2 de junio de 2019.

Figura 14. **No utilizar teléfono**



Fuente: EPIS. *Protección laboral, ropa técnica y alta visibilidad*. www.equiposproteccion.com.
Consulta: 2 de junio de 2019.

Figura 15. **No fumar**



Fuente: Truper. *Catalogo vigente*. www.truper.com. Consulta: 2 de junio de 2019.

Figura 16. **Prohibido ingresar e ingerir alimentos**



Fuente: Becral. *Lista de productos por marca*. www.becral.com. Consulta: 2 de junio de 2019.

3.6. Producto terminado

A continuación, se hace la descripción del producto terminado.

3.6.1. Empaque ecológico

NutriSuelos es una empresa amigable al medio ambiente, por lo que no sería bueno que apoyen mediante la elaboración de compost, si utilizan plástico para empacar.

El empaque primario del producto debe ser parte de la aportación de la empresa responsable para la reducción de residuos que contaminan el medioambiente. El empaque primario debe ser biodegradable.

3.6.3. Entrega de producto terminado

La entrega y repartición de este producto, se debe realizar programando las entregas según la demanda, y mediante rutas críticas que mejoren los tiempos y tengan la mejor distribución, para evitar gastos innecesarios.

3.7. Transporte

A continuación, se describe el proceso del transporte del producto ya finalizado.

3.7.1. Personal a cargo

El piloto de transporte que recibe las rutas según programación del analista de procesos, es el encargado de trasladar el producto terminado hacia el consumidor final.

3.7.2. Vehículos

El vehículo o medio de transporte adecuado para el traslado del compost a los clientes es un pick up, muy recomendable que sea 4x4. Este será responsabilidad del piloto de transporte.

Además, será de mucha utilidad para la recolección de desechos a primera hora en la Central de Mayoreo (CENMA), esto debido a que NutriSuelos en ocasiones debe esperar a que el camión encargado de la recolección se los traslade, lo que ocasiona que la producción no empiece siempre en un mismo horario, causando tiempos muertos.

3.8. Costos propuestos

Los costos deben ser mínimos y brindar grandes beneficios, también asegurar el funcionamiento sin inconveniente alguno.

3.8.1. Recurso humano

El recurso humano suele ser uno de los más caros, pero más esenciales y necesarios para el desarrollo de las actividades de la empresa. Se debe tener un número óptimo de empleados para la correcta implementación del modelo productivo. Se propone invertir en nuevas plazas y así tener una correcta distribución de tareas para que los resultados no se vean afectados

3.8.1.1. Jornadas laborales

La jornada laboral indicada será una jornada diurna, de 8 horas. Los trabajadores se deberán presentar de lunes a viernes de 08:00 horas a 17:00 horas y los sábados que sean necesarios según la época estacionaria del año.

A excepción del piloto, que deberá iniciar su jornada a las 06:00 horas para recolectar los primeros desechos del día en la Central de Mayoreo (CENMA), esto es debido a que en ese horario empiezan las actividades en el lugar, manteniendo una jornada de 8 horas, ésta terminará a las 14 horas.

3.8.2. Materia prima- desechos orgánicos

Materia prima son todos los bienes que se utilizarán en un proceso de producción hasta que se conviertan en un producto de consumo.

En NutriSuelos la materia prima son todos los desechos recaudados en la Central de Mayoreo. Lo cual es una gran ventaja para la empresa, ya que el costo es mínimo y muy cercano a cero.

3.8.3. Costos de operación

Los costos de operación son todos aquellos involucrados en el proceso de producción.

Los costos pueden ser fijos (se pagan sin importar el estado en el que se encuentra la empresa) por ejemplo el alquiler de las instalaciones o variables (si se puede elegir pagarlos, ya que no son del todo esenciales) abarcan los costos por funcionamiento de equipos, horas extras, mantenimiento de equipos, entre otros.

3.8.4. Costos de transporte

Los costos de transporte involucran todos los gastos que NutriSuelos incurrirá para el traslado del producto hasta el consumidor final.

Abarca costos como el mantenimiento de los vehículos, combustible, costos por carga y descarga de mercancías, los costos logísticos que estarán en función de las rutas que recorrerán para llevar la mercancía desde la fábrica hasta el cliente. Estos se detallan en la tabla V.

3.8.5. Costos de equipo de protección personal

En la siguiente tabla se detallan los costos por unidad de equipo de protección necesario para la empresa por operario.

Tabla V. **Cotización elementos equipo de protección personal**

ELEMENTO	IMAGEN	COSTO UNITARIO
GUANTES DE PROTECCIÓN		Q29,95
LENTE DE PROTECCIÓN PERSONAL		Q21,95
BOTAS INDUSTRIALES		Q429,00
OVEROL		Q75,00
		Q 555,90

Fuente: EPA. *Productos en línea*. <https://gt.epaenlinea.com/>. Consulta: 6 de abril de 2021.

Tabla VI. Cotización rótulos de señalización

ELEMENTO	IMAGEN	COSTO UNITARIO
ROTULO USO OBLIGATORIO DE GUANTES		Q24,95
ROTULO USO DE PROTECCIÓN OCULAR		Q24,95
ROTULO DE USO DE CALZADO INDUSTRIAL		Q24,95
ROTULO USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		Q24,95
ROTULO DE PROHIBIDO USAR TELÉFONOS		Q24,95
RÓTULO DE PROHIBIDO FUMAR		Q24,95

Continuación de la tabla VI.

RÓTULO DE PROHIBIDO COMER EN EL ÁREA		Q24,95
		Q174,65

Fuente: EPA. *Productos en línea*. <https://gt.epaenlinea.com/>. Consulta: 6 de abril de 2021.

3.8.6. Análisis costo / beneficio

En la siguiente tabla se relacionan los beneficios que se tendrán en comparación con las inversiones que se harán, se integran todos los costos propuestos:

Tabla VII. **Costos propuestos**

	Costo
Funcionamiento de equipos	Q 5 000,00
Publicidad / <i>marketing</i>	Q 2 500,00
Recurso humano	Q 30 000,00
Capacitaciones	Q 1 000,00
Vehículos / Combustible	Q 50 000,00
Mantenimiento de equipos e instalaciones para funcionamiento óptimo	Q 1 000,00
Auditorías	Q 500,00
Equipo de protección personal /señalización	Q 3 000,00
Costos totales	Q 93 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Tabla VIII. **Beneficios de Inversión**

	Beneficio
Ahorro de horas extra	Q15.000,00
Mejor rendimiento de equipos	Q15.800,00
Mejora de margen bruto 60 %	Q58.500,00
Mayor número de unidades producidas	Q98.000,00
Incremento de productividad 60 %	Q15.000,00
Crecimiento en la demanda 75 %	Q73.500,00
Beneficios totales	Q275.800,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Costos propuestos calculados con base en valores teóricos.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de acción en NutriSuelos

El plan de acción está bajo la responsabilidad de varias áreas, a continuación, se detallan.

4.1.1. Áreas responsables

A continuación, se describen las áreas responsables a cargo del funcionamiento de la empresa.

4.1.1.1. Gerencia General

La Gerencia General es la máxima autoridad que rige NutriSuelos. Es la responsable de llevar a cabo la propuesta anteriormente descrita, encargada de velar por la mejora de los procedimientos para llevar al éxito a la gran empresa que es NutriSuelos.

Esta la conforman los dos dueños, que al mismo tiempo son los fundadores de este emprendimiento que ha sido beneficiario y amigable al medio ambiente.

Sus funciones principales son: dar continuidad a las políticas ambientales, proveer los recursos necesarios para la implementación y mantenimiento del modelo propuesto, convocar y dirigir reuniones de revisión de resultados

4.1.1.2. Departamento de Producción

El departamento de producción es una parte esencial para la aplicación de los procesos, puesto que tienen a su cargo la elaboración de este beneficioso producto, que mantenga su calidad, características y propiedades.

Es importante que comprendan la importancia de los beneficios del compost, la ejecución de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), las consecuencias potenciales del incumplimiento de los procedimientos o normas.

4.2. Fuentes de empleo

Reclutar personal será de apoyo para algunos guatemaltecos en busca de una oportunidad de crecimiento y fuente de ingresos. Además, a NutriSuelos le permitirá crecer como empresa, trayendo personas con talento que sean de apoyo para hacer de este emprendimiento algo grande, logrando tener un mayor impacto en el medio ambiente.

4.2.1. Receptor de materia prima

Su función principal será llevar a cabo la recepción de los desechos que son entregados en NutriSuelos, llevará el control de la cantidad y tipo de materia recibida a diario. Ejecutará el procedimiento de descarga de la materia recibida, analizará la materia recibida y trasladará al área adecuada, las cantidades solicitadas para la producción.

4.2.2. Operario de producción

Este trabajador se involucrará directamente con el proceso productivo. Llevará a cabo todas las tareas que se requieren para la fabricación de compost. Se tendrá oportunidad para dos vacantes.

4.2.3. Encargado/a de empaque

La función principal de este puesto es recibir la producción y empaclarla en las presentaciones establecidas por NutriSuelos, al igual que realizar el traslado para su posterior distribución. Se tendrá oportunidad para dos vacantes.

4.2.4. Piloto de transporte

Esta persona estará a cargo de manejar el transporte de NutriSuelos, ejecutar la ruta establecida para llevar a cabo la distribución y entrega del producto. Además, este trabajador también realizará los respectivos cobros a los clientes.

4.2.5. Supervisor de manufactura

Esta persona estará a cargo de fabricación y empaque, se encarga de velar por el buen funcionamiento de los procesos y de la resolución de cualquier problema que pueda acontecer en la producción. El perfil para ésta posición es para un ingeniero industrial.

4.2.6. Coordinador de garantía de la calidad

Esta persona estará a cargo de garantizar que los productos cumplan con la calidad requerida, tanto los desechos después de ser clasificados, como el compost que se fabrica y por supuesto, el producto terminado.

4.2.7. Analista de procesos

Esta persona estará en el área administrativa de NutriSuelos, a cargo de recibir los pedidos de los clientes, para planificarlos en producción, evaluar precios y costos, programar la ruta crítica para el transporte, encontrar oportunidades de mejora en los procesos actuales.

4.2.8. Encargado/a de mercadeo

Su función es velar por la presentación del empaque del producto, crear promociones de la mano con el analista de procesos, manejo de publicidad a través de las redes sociales.

4.3. Manejo de materiales

El término generalmente se refiere a los materiales producidos por la actividad humana, y, en general, para reducir sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.

4.3.1. Desechos varios

Los desechos varios son todos aquellos que no son orgánicos, tales como papel, plásticos, cartón, los cuales se mezclan con los orgánicos, pero causan

problemas ya que no son útiles para su descomposición y no pueden ser usados en el proceso de fabricación de compost.

Todos estos desechos deben ser separados, tener un manejo y ser tratados diferente a los orgánicos.

El proceso deberá ser manual para asegurar que ninguno pase desapercibido y sea mezclado en con los desechos de interés.

Al tener separados los desechos varios deberán ser trasladados a un área correspondiente, o entregados a una empresa recolectora con el fin de que estos sean reciclados y aprovechados al máximo,

4.3.1.1. Desechos orgánicos

Los desechos orgánicos pasarán al área de producción, donde serán preparados previos al proceso de fabricación.

4.3.1.2. Desechos inorgánicos

Los desechos inorgánicos son todos aquellos que no se descomponen, tales como papel, plásticos, cartón, los cuales se mezclan con los orgánicos, pero causan problemas ya que no son útiles para su descomposición y no pueden ser usados en el proceso de fabricación de compost.

Todos estos desechos deben ser separados, tener un manejo y ser tratados diferente a los orgánicos.

El proceso deberá ser manual para asegurar que ninguno de este pase desapercibido y sea mezclado con los desechos de interés.

Al tener separados los desechos varios deberán ser trasladados a un área correspondiente, o entregados a una empresa recolectora con el fin de que estos sean reciclados y aprovechados al máximo,

4.3.2. Producto terminado

Cuando el compost termina su proceso de producción, y luego de pasar el proceso de empaque, se dice que es producto terminado. En ese momento está listo para ser distribuido.

4.3.2.1. Producto en *stock*

Todos los productos que no serán distribuidos de inmediato deben pasar a un área o bodega para ser almacenados, es importante mencionar que ésta debe cumplir con las condiciones óptimas para que el producto permanezca en buen estado.

4.3.2.2. Producto a distribuir

Los productos terminados que se despacharán de inmediato deben ser tomados de la bodega o área de producto terminado, descargados de inventario, trasladarlos al área de despachos o "*picking*" para que sean programados en ruta y puedan entregarse a los clientes.

4.4. Logística del modelo productivo

Es más que conocida en empresas productivas, es decir, en aquellas que se dedican a la transformación de las materias primas o de los productos intermedios en, finalmente, productos disponibles para su consumo directo por parte del consumidor.

4.4.1. Transporte

El transporte de NutriSuelos estará a cargo de dos puntos esenciales en la cadena logística, el primero es el momento en que se recolectan las materias primas y segundo, la parte final, cuando se entrega el producto a los clientes.

4.4.1.1. Recolección de desechos

El proceso inicia a partir de las 6 de la mañana, cuando el piloto empieza a recorrer la Central de Mayoreo (CENMA), visita cada galpón, recolectando los primeros desechos orgánicos del día, eso es debido a que en ese horario empiezan las actividades y se hacen presentes los vendedores en el lugar.

4.4.1.2. Distribución de producto terminado

Posterior a la entrega de los desechos recolectados, el piloto se deberá trasladar al área de despachos para cargar los pedidos listos y hacer la ruta de distribución. El proceso termina cuando se entrega el último compost del día y se retoma al día siguiente a primera hora.

4.4.2. Señalización de áreas

En el diseño del modelo se agregaron varias áreas que se deberán integrar al lugar. Es esencial que éstas sean identificadas, por buenas prácticas de manufactura, y para que todos los operarios estén claros de donde se deben realizar los procesos, además permitirá a visitantes conocer mejor el lugar, y cumplirá con aspectos de auditoría tanto interna como externa.

4.5. Integración de bitácoras

A continuación, se describe la integración de las bitácoras.

4.5.1. Formato de recepción de desechos

Esta bitácora se visualiza en la tabla II, se implementará en el proceso con el fin de llevar un estricto control de la cantidad que se recibe de desechos, con qué frecuencia, quien la recibe e incluso el horario en que llega a NutriSuelos.

El responsable de llenarlo es el receptor de materia prima, este debe adjuntar el formato original a un expediente específico de documentación para marcar la trazabilidad del material antes de ser procesado.

4.5.2. Bitácora de control de la producción

Esta bitácora se ejemplifica en la tabla III, se integra al proceso con el fin de llevar el control de la materia prima que entra a NutriSuelos, ésta es recibida como desechos varios, la materia prima después de ser clasificada (únicamente desechos de tipo orgánico) y la cantidad de compost como producto terminado.

La persona a cargo de llenar este formato es el supervisor de manufactura, este documento le será útil para medición de resultados y rendición de cuentas.

4.5.3. Bitácora de recepción de compost

Este formato se visualiza en la tabla IV, se integra en el proceso con el objetivo de mostrar el registro de lo que se recibió como compost y es traslado al área de empaque, contabiliza el número de unidades producidas para finalizar el proceso como producto terminado y trasladarlas al área de distribución.

4.6. Capacitación a recurso humano

Toda implementación significa cambios, por lo que es esencial que se tome el tiempo y espacio suficiente para informar al personal y capacitarlo.

4.6.1. Uso de equipo de seguridad e higiene

El uso de equipo de protección personal tiene como propósito proteger al trabajador de cualquier accidente o enfermedad que pueda ser causado por actividades laborales.

El equipo de NutriSuelos deberá usar guantes, lentes de protección y botas industriales, además del overol o uniforme según el área en la que se desempeñe, como se describe en el capítulo 3. Hacer énfasis y resaltar los riesgos que se corren al no portar el equipo, hará que el trabajador tenga mayor conciencia de sus actos. Es importante verificar que el personal utilice el equipo en todo momento y de la manera adecuada.

4.6.2. Uso de formatos y bitácoras

Los formatos y bitácoras son una herramienta importante que permite llevar un mejor control de la producción, de la materia prima que se recibe, entre otros. Permite llevar un record de lo que se desea, identificar posibles variaciones, paros, fallos, tiempos de ocio, entre otros.

Por lo regular el personal no tiene la cultura de llevar este tipo de orden, por lo que al principio podrían omitirlo, pero será importante que con el tiempo formen el hábito y le presten la atención e importancia que el proceso merece.

4.7. Indicadores de gestión

Para lograr una gestión eficaz y eficiente es conveniente diseñar un sistema de control que le permita a la administración evaluar el desempeño de la empresa.

Los indicadores de gestión son una herramienta clave para el control de los procesos operativos que definirán la toma de decisiones en NutriSuelos, permiten medir el trabajo que se está realizando y compararlo con el estándar.

El uso de los indicadores de gestión permite un uso eficiente y eficaz de los recursos de la empresa, con el fin de alcanzar las metas.

4.7.1. Tipos de indicadores

Existe diversidad de tipos de indicadores, algunos ejemplos son: de control, de planeación, de eficiencia, de productividad, de eficacia, estratégicos, operativos, entre otros.

La gestión de los procesos de compostaje se medirá con base en la productividad, eficacia y eficiencia de la planta, de manera que se debe cuantificar la cantidad de productos terminados por día, y por hora. Esto mostrará qué tan eficiente está siendo el empleo de los recursos disponibles y los desechos que a diario se recolectan. La información se presentará de la siguiente manera:

- Medición de la productividad según el tipo que se desee visualizar, por ejemplo, insumos de material, insumo humano, insumo capital, entre otros.

$$Productividad\ Parcial = \frac{Cantidad\ producida}{Insumo}$$

- Medición de la productividad por factor total (insumos de mano de obra y capital)

$$Productividad\ Factor\ Total = \frac{Cantidad\ producida}{MO\ y\ capital}$$

- Medición de la productividad total

$$Productividad\ Total = \frac{Cantidad\ producida}{\sum Insumos}$$

- Índice de eficiencia, para evaluar el uso de los recursos

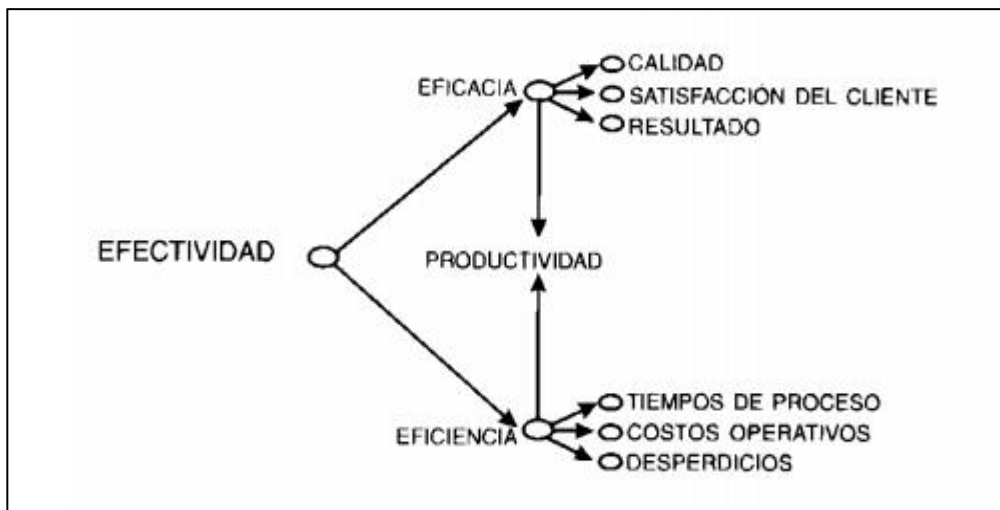
$$Índice\ de\ Eficiencia = \left(\frac{capacidad\ usada}{capacidad\ disponible} \right) * 100$$

- Índice de eficacia, para medir el alcance de los resultados hacia las metas

$$\text{Índice de eficacia} = \left(\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \right) * 100$$

La figura 15, muestra de qué manera se interrelacionan los indicadores claves seleccionados para la gestión del modelo productivo.

Figura 17. **Interrelación de indicadores de gestión**



Fuente: JARAMILLO, Jesús. *Indicadores de gestión*. p. 42.

También es importante medir el desempeño individual de los trabajadores, éste permitirá conocer el grado de compromiso de los involucrados hacia la empresa y sus objetivos.

4.7.2. Frecuencia de medición

El periodo en que se realizará la medición tanto como la presentación de resultados, debe ser de forma semanal, como un tipo de rendición de cuentas,

para saber cómo se ha avanzado, tomar decisiones importantes y enfocarse en lo crucialmente importante.

4.8. Programación de auditorias

Plan de acción que documenta qué procedimientos se seguirán en una auditoría para constatar que la empresa cumple con las regulaciones internas y externas.

4.8.1. Internas

El procedimiento para este tipo de auditorías debe ser una simulación de inspección por externos para certificación, se deben realizar de forma periódica al menos dos veces por semestre, cuando se considere necesario, o, muy importante, cuando se producen cambios en el Sistema de Gestión de Calidad, incluso cuando se detectan fallos y problemas en los procesos internos, con el objetivo de determinar si la propuesta ha sido implantada y mantenida adecuadamente.

En la empresa el área o departamento encargado de auditar los procesos es el departamento de Control y Aseguramiento de la Calidad, el gestor debe definir fechas para las auditorias en la periodicidad establecida y convocar a las áreas involucradas.

4.8.2. Externas

Este tipo de auditoria lo realizan personas ajenas a la empresa, principalmente entidades que rigen con normativas a las empresas según su tipo de actividad lucrativa.

En el caso de NutriSuelos, por ser una empresa que maneja desechos y se relaciona con el medio ambiente, debe contar con permisos de Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS) y del Ministerio de ambiente y recursos naturales (MARN).

Los aspectos que se inspeccionan en una auditoria de este tipo y según el tipo de empresa, los rige las normativas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015.

4.9. Tiempo de Implementación de la Propuesta

La propuesta tomará alrededor de 10 meses para ser implementada, a partir del inicio de la misma. A continuación, se muestra un diagrama de Gantt en el que se muestra a detalle.

Tabla IX. Diagrama de Gantt

Actividad	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
Busqueda de recurso humano	█									
Contratación de recurso humano		█								
Compra de equipos de protección			█							
Compra de material para señalización				█						
Compra de vehiculo				█						
Re distribución de tareas					█					
Implementación de formatos y bitacoras de						█				
Capacitación a personal							█			
Evaluación de cambios implementados									█	█

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

A continuación, se describe la consecuencia o el fruto de la situación de la empresa, con base en la filosofía Kaizen, que busca la mejora continua, permite mejorar y mantener los estándares de calidad.

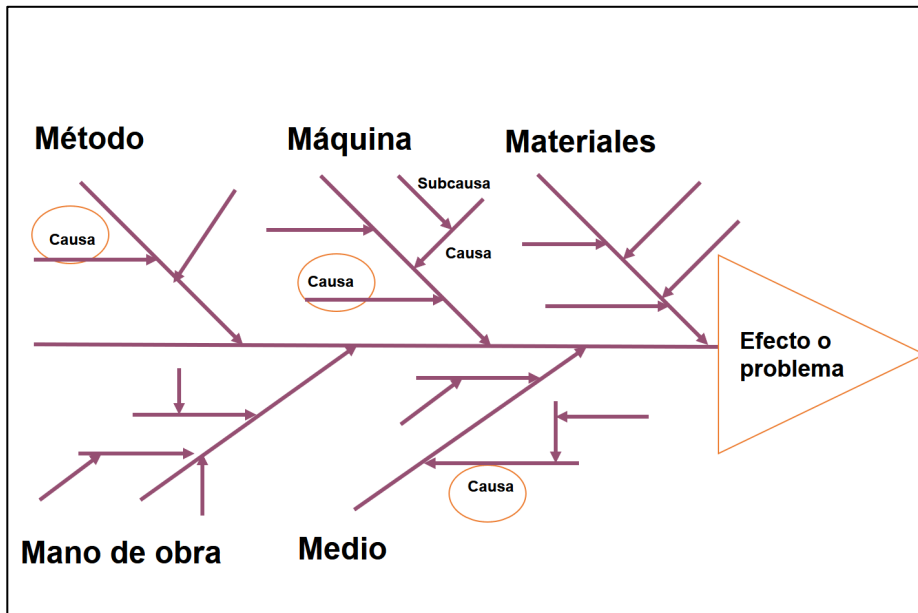
5.1.1. Interpretación de indicadores de gestión

Con una frecuencia semanal los trabajadores deben rendir cuentas presentando al encargado sus resultados y avances, además crear compromisos nuevos cada semana, pequeñas tareas que sin falta deben cumplir y que los alineen a la persecución de resultados.

El encargado debe analizar los resultados presentados por los empleados, y decidir si realmente se muestran avances o es necesario implementar acciones inmediatas para cambiar y reenfocar las tareas de cada uno en el departamento.

Para la interpretación de resultados es importante no enfocarse solo en lo logrado, sino analizar el por qué las causas que impidieron que el trabajo se realizara según lo esperado y planificado. Esto se puede ilustrar y graficar mediante un diagrama Ishikawa (causa y efecto). En donde se detalla el efecto o el problema, y desglosa las posibles causas y subcausas, como lo ilustra la figura 18.

Figura 18. **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Calidad y ADR. *Diagrama de Ishikawa*. www.aprendiendocalidadyadr.com. Consulta: 22 de septiembre de 2019.

5.2. **Ventajas competitivas**

Es la capacidad que una empresa posee de sobresalir ante otra del mismo tipo de industria.

5.2.1. **Impacto ambiental positivo**

Las actividades que NutriSuelos lleva a beneficiar el medio ambiente. Por lo general las industrias generan impactos negativos con el uso de materiales como plásticos, gases que dañan la capa de ozono, descarte de desechos, tala de árboles para sus construcciones, entre otros.

NutriSuelos es lo contrario, lejos de alterar o perjudicar al ambiente, sus actividades aportan o corrigen los efectos negativos causados por otras industrias, por lo que esto se convierte en una gran ventaja para ellos, son un gran ejemplo para otras empresas y entidades en la contribución a la disminución del efecto invernadero y calentamiento global.

5.3. Empaques biodegradables

Conscientes de la preocupación que genera la situación ambiental en Guatemala y el Planeta Tierra, NutriSuelos usa empaque ecológico el cual se detalla en el inciso 3.6.1, es 100 % biodegradable, no es plástico como la mayoría de establecimientos, por lo que muchos consumidores los prefieren.

5.3.1. Disminución de tiempos muertos

Para lograr que una planta de producción sea eficiente es esencial la eliminación de tiempos muertos en la operación, estos se deben a fallos inesperados en el proceso, lo cual afecta de muchas maneras no solo a la empresa, sino al producto que fabrica, al disminuir estos tiempos, la empresa será capaz de mejorar no solo en calidad sino también en costos y trasladar este beneficio al consumidor final.

5.4. Beneficios

A continuación, se describe el beneficio de la minimización de desechos enviados al relleno sanitario.

5.4.1. Minimización de desechos enviados al relleno sanitario

Este es el principal beneficio de la producción de compost, y de la gran labor de NutriSuelos, tiene un gran aporte al medio ambiente, debido a que por lo general todo lo que la población desecha se traslada a los diferentes rellenos sanitarios del país. Éstos en la actualidad se encuentran colapsados, todo esto a lo largo del tiempo ha creado un fuerte impacto negativo al calentamiento global.

NutriSuelos recolecta los desechos orgánicos evitando que éstos se sumen a las toneladas de basura que se recogen diariamente en el país, disminuyendo la cantidad en un 6 % aproximadamente a nivel nacional, y además creando un gran aporte positivo al medio ambiente.

5.4.2. Nuevas fuentes de empleo

Actualmente Guatemala enfrenta una alta tasa de desempleo, el hecho que NutriSuelos crezca como empresa y aumente sus niveles de producción, ocasionará que demanden más recurso humano, como ya se explicó en el numeral 3.3.

Esto es un pequeño pero gran aporte para el desarrollo del país y ayuda a personas interesadas y que necesiten el empleo.

5.4.3. Recuperación de materia orgánica

Un suelo con bajo contenido en materia orgánica y con escasa actividad microbiana determina una baja calidad y fertilidad, lo que finalmente dificulta la instauración de una cubierta vegetal. En estos suelos degradados, el modo más eficaz de empezar su recuperación, previo a la introducción de cualquier especie

vegetal, es la mejora de su calidad mediante la incorporación de una enmienda orgánica.

La introducción de un enmendante orgánico en el suelo promueve el desarrollo de reacciones químicas, fisicoquímicas y procesos microbiológicos. Estas reacciones conllevan a modificaciones en las características físicas del suelo, lo que se manifiesta en aumentos de la capacidad de retención de agua, infiltración, porosidad y estabilidad estructural.

5.5. Auditorías

Es la verificación de la contabilidad de NutriSuelos, realizada por el auditor en funciones, con el fin de comprobar que las cuentas reflejan el patrimonio, la situación financiera y los resultados obtenidos por NutriSuelos. Las auditorías se dividen en internas y externas, las cuales se describen a continuación.

5.5.1. Internas

La empresa debe analizar y considerar los resultados recopilados durante la auditoría, para determinar si se tiene necesidad u oportunidades que deben evaluarse como parte de la mejora continua.

La organización debe conservar toda la documentación para evidenciar lo sucedido si se detectan no conformidades, y marcar la trazabilidad de las acciones correctivas a seguir.

5.5.2. Externas

La organización debe seleccionar los aspectos resaltados como oportunidad de cambio y mejora, e iniciar acciones necesarias para cumplir con las expectativas y requisitos del cliente. Estas deben corregir, prevenir o al menos reducir los efectos no deseados.

Cuando se obtengan no conformidades se debe trabajar y reaccionar para controlarla y corregirla, en un plazo no mayor a 3 meses. Adicional, es importante identificar las causas y enfrentar las consecuencias de la misma.

La mejora continua incluye acciones correctivas, el cambio innovador, reorganización, perfeccionamiento del desempeño y eficacia del sistema.

5.6. Lista de verificación de proceso

A continuación, se presenta una hoja o lista de verificación (checklist) con el cual se llevará la trazabilidad de la implementación del proyecto.

Tabla X. **Lista de verificación de proceso**

No.	Actividad	Pendiente	En Proceso	Finalizado	Observaciones
1.	Busqueda de recurso humano				
2.	Contratación de recurso humano				
3.	Compra de equipos de protección				
4.	Compra de material para señalización				
5.	Compra de vehiculo				
6.	Re distribución de tareas				
7.	Implementación de formatos y bitacoras de control				
8.	Capacitación a personal				
9.	Evaluación de cambios implementados				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

6. ESTUDIO DE MEDIO AMBIENTE

6.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Formula y ejecuta las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

6.1.1. Clasificación de residuos sólidos en Guatemala

La clasificación de residuos visto desde el punto fisicoquímico no es recomendable para su valoración ya que en algunas ocasiones se ve comprometida la integralidad de los materiales.

6.1.1.1. Clasificación primaria

Se establece como clasificación primaria la separación de materiales orgánicos e inorgánicos, como lo ilustra la figura 19.

Figura 19. **Clasificación primaria**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes.* p. 7

6.1.1.2. **Clasificación secundaria**

Para asegurar una mejor calidad en la recuperación de residuos, se debe ampliar a la clasificación secundaria, lo que significa papel, cartón, plástico, vidrio, multicapas o metal.

Figura 20. **Clasificación secundaria**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes.* p. 7.

6.1.2. Disposición final de desechos

Es el proceso de aislar y confinar los residuos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

6.1.2.1. Residuos sólidos según su tipo

Los residuos pueden ser clasificados según su fuente de origen, su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos). Su composición (para efectos de manejo: papeles y cartones, vidrios, entre otros).

6.1.2.1.1. Orgánicos

Estos provienen de productos que son de origen animal y vegetal, normalmente son restos de alimentos y de agricultura.

Como se ha explicado en capítulos anteriores este tipo de desechos es la materia prima con la que se produce el compost de NutriSuelos, completamente natural.

6.1.2.1.2. Inorgánicos

Este tipo de residuos son aquellos que no provienen de origen animal ni vegetal, sino de tipo industrial o procesos no naturales. Su principal característica es que tardan un largo periodo de tiempo en degradarse. Aquí concluye la clasificación primaria, y se extiende al inicio de la clasificación secundaria.

6.1.2.1.3. Plástico

Las principales cualidades de este tipo de material elevan la tendencia de su uso en producciones industriales y un consumo masivo del mismo, en virtud de que son económicos, flexibles, ligeros e impermeables.

Los plásticos son derivados del petróleo, se caracterizan por ser un recurso no renovable, lo que incrementa la importancia de su recolección y reciclaje.

6.1.2.1.4. Papel y cartón

Estos materiales son elaborados a base de la madera de los árboles, lo que los hace potencialmente dañinos al medio ambiente. Aunado a esto, el alto consumo de agua y la generación de aguas residuales en el proceso de producción y blanqueo, incrementa la amenaza de impacto negativo al medio ambiente.

Su clasificación debe ser meticulosa y correcta, para evitar que se mezcle y contamine con sustancias que dificulten su reciclaje.

6.1.2.1.5. Vidrio

Este material tiene buenas cualidades como su estabilidad y fácil aseo. Los envases de vidrio pueden ser reutilizados un sin número de veces, y si es reciclado el material puede ser recuperado en su totalidad, el inconveniente es que demanda un gran consumo energético para completar este proceso.

6.1.2.1.6. Metal

A pesar de que este es uno de los materiales más utilizados para la fabricación de diversos objetos, su proceso de obtención y transformación no es amigable con el medio ambiente, ya que demanda altos consumos de energía y agua. La ventaja es que, al ser reciclado, el material puede ser recuperado en su totalidad.

6.1.2.1.7. Multicapas

El nombre de este material hace referencia a su composición, utiliza tres tipos diferentes de materiales, que son: aluminio, cartón y plástico. Son utilizados principalmente para envasar alimentos y líquidos de consumo.

6.1.2.1.8. Residuos especiales

Son todos aquellos que no son peligrosos, pero impactan potencialmente el medio ambiente y la salud humana, ya que son de alto consumo y su proceso de degradación no es fácil. Algunos ejemplos son: llantas, colchones o muebles.

6.1.2.1.9. Residuos peligrosos

Los residuos y desechos peligrosos son productos que se generan por la actividad diaria, pero ponen sustancialmente en riesgo la salud humana y el medio ambiente cuando no tienen un adecuado manejo. Algunos ejemplos son: lámparas fluorescentes, dispositivos eléctricos, cadáveres, toallas sanitarias, entre otros.

6.2. Condiciones ambientales

Es el ambiente físico que rodea al empleado mientras desempeña su cargo en la empresa.

6.2.1. Política ambiental

En NutriSuelos, se dedican a la producción y comercialización de compost elaborado a base de desechos orgánicos recaudados de la Central de Mayoreo (CENMA).

La protección ambiental y mitigación de la contaminación es el objetivo principal de la empresa, razón por la que se implementa un modelo productivo que permita involucrarse en una mejora continua de los procedimientos, minimizando el impacto negativo que a diario se genera en el medio ambiente. Cumpliendo los compromisos voluntarios, haciendo un uso adecuado de los recursos, un manejo y clasificación responsable de desechos.

6.2.2. Recursos renovables

El pilar principal de la seguridad laboral es la prevención de accidentes, proteger al empleado eliminando cualquier condición insegura del área.

6.2.3. Efectos adversos de los desechos al medio ambiente

La importancia de tratar correctamente todo tipo de desechos radica en que algunos elementos en específico causan daños más severos que otros al medio ambiente, algunos de ellos impactan¹ de forma irreversible.

Los plásticos son un derivado del petróleo, al ser un recurso no renovable, es de suma importancia su acopio y debido reciclaje, sin embargo, ambientalmente es mejor la reducción del uso de este material.

El papel y cartón es un material de alto consumo, sin embargo, para su elaboración se requiere madera de los árboles, su producción conlleva diversos problemas ambientales como el consumo de agua y la generación de aguas residuales

El vidrio es una buena alternativa de material, tiene una gran ventaja al ser reutilizado decenas de veces, sin embargo, al ser dispuesto a reciclaje demanda un gran consumo energético.

El metal conlleva procesos de producción perjudiciales al medio ambiente, y al ser puestos en rellenos sanitarios generan graves problemas de contaminación, al oxidarse desprenden líquidos altamente contaminantes para la salud humana y los ecosistemas.

Las multicapas, al estar fabricados con cartón, plástico y aluminio, lo convierte en un material difícil de degradarse si es dispuesto en rellenos sanitarios, razón esencial por la que se debe incluir en los procesos de reciclaje.

Los residuos especiales si pueden ser reciclados si son tratados de la manera correcta, pero por lo regular impactan fuertemente la salud y el ambiente, son difíciles de degradar y reducen el tiempo de vida de los vertederos.

Por último, los residuos peligrosos no se deben mezclar con otro tipo de residuos y ser tratados cautelosamente, debido a que su inadecuado manejo pone en peligro potencialmente la salud humana y el medio ambiente.

6.3. Medidas de mitigación

Se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proceso de elaboración del compost, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

6.3.1. Política Nacional para el Manejo Integral de residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 281-2015)

Artículo 1. *Aprobación.* Aprobar la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, por un plazo de quince (15) años contados a partir de la vigencia del presente Acuerdo Gubernativo.

Artículo 2. *Ámbito de Aplicación.* La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, será de aplicación general en todo el territorio nacional y de obligación para todas las instituciones públicas, que tengan establecidas funciones y competencias relacionadas con el tema de residuos y desechos sólidos y deberán dar efectivo cumplimiento, en el marco de sus competencias a los programas y líneas de acción establecidas.

Artículo 3. *Competencia.* El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en el ejercicio de la rectoría sectorial que le corresponde, será responsable de difundir la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, con el propósito de promover su efectiva implementación.

Artículo 4. *Vigencia.* El presente Acuerdo Gubernativo empieza a regir al día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América.⁸

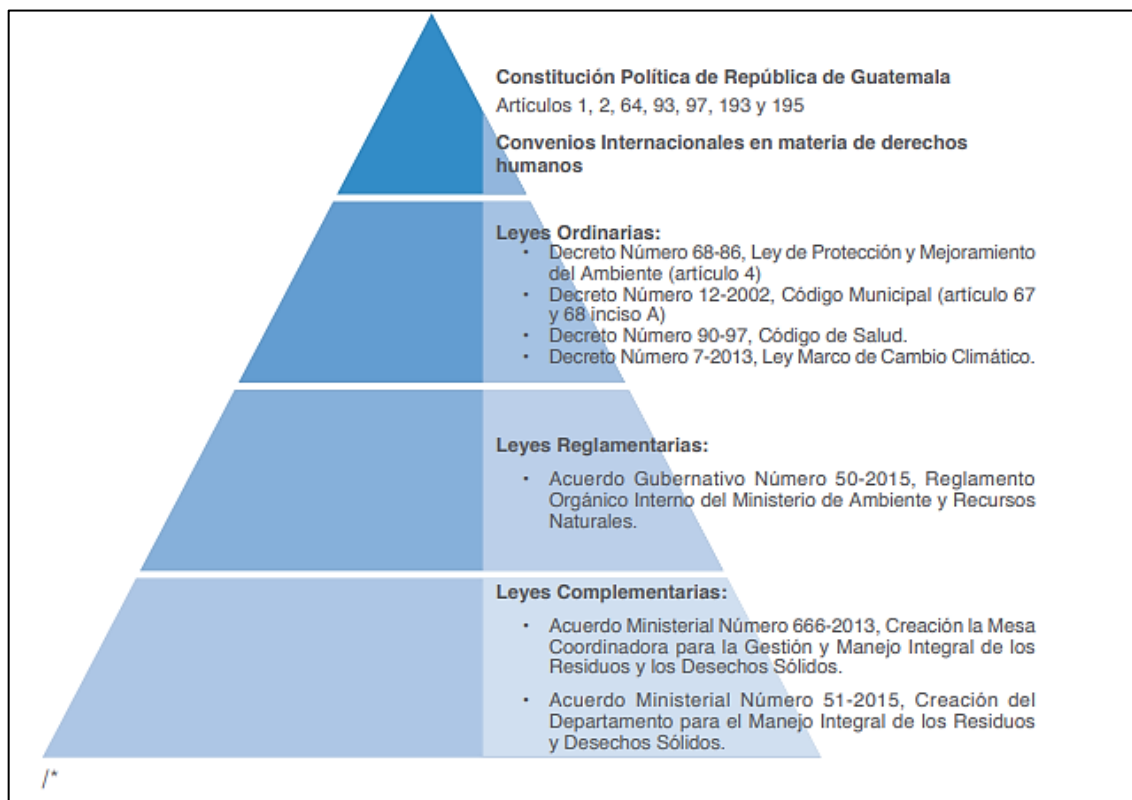
6.3.1.1. Marco Legal

Es extenso el marco jurídico que regula directa o indirectamente la gestión de desechos y residuos. De forma general se enuncia el principio legal sobre el que se apoya la política, no obstante, este esfuerzo se complementa con la

⁸ Diario de Centro América. *Política Nacional para el Manejo Integral de residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 281-2015)*. https://www.minfin.gob.gt/images/downloads/leyes_acuerdos/acuerdogub281_130116.pdf. Consulta: 22 de septiembre de 2019.

adecuada implementación para contribuir a mitigar el impacto negativo sobre el medio ambiente y generar beneficios.

Figura 21. **Gráfico del marco Legal de la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 25.

6.3.1.2. Visión de la Política

La Política Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos nace de una visión compartida por los actores relevantes, que se resume en la frase siguiente:

Guatemala, un país limpio y ordenado, con un ambiente saludable y una población educada.⁹

Esta política tiene como principal propósito establecer a través de programas, acciones para minimizar de una manera eficiente, riesgos potenciales a los seres humanos y al medio ambiente, en específico la disminución de la cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos que llegan a los lugares de disposición final a través de un manejo y una gestión que contribuya al bienestar de la salud y el ambiente.

6.3.1.3. Objetivos de la Política

La Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos tiene como propósito fundamental establecer a través de programas y líneas de política, acciones para minimizar de la manera más eficiente, los riesgos a los seres humanos y al ambiente, en especial la reducción de la cantidad o peligrosidad de los desechos sólidos que llegan a los sitios de disposición final a través de una gestión integral que contribuya al bienestar del ambiente y la salud.

La presente política se enfoca a toda clase de residuo y desecho sólido en general, es una Política Marco que orienta y plantea la necesidad de fortalecer el marco jurídico y normativo en la materia considerando las características con base en el origen, composición o peligrosidad de los residuos y desechos sólidos.¹⁰

6.3.1.3.1. Objetivo general

“Implementar y fortalecer la gestión integral de los residuos y desechos sólidos con los actores y sectores involucrados a través de la participación social para propiciar un desarrollo sostenible en Guatemala”.¹¹

⁹ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 29.

¹⁰ *Ibíd.*

¹¹ *Ibíd.*

6.3.1.3.2. Objetivos estratégicos

- **Ámbito político:** “Coordinar de manera permanente y efectiva el trabajo que se realiza entre sectores y actores involucrados para dar cumplimiento a sus competencias en materia de residuos y desechos sólidos”.¹²
- **Ámbito económico:** “Propiciar la inversión y asignación de recursos económicos y financieros a largo plazo para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos de forma sostenible”.¹³
- **Ámbito social:** “Sensibilizar a la población en general en el cambio de hábitos para una cultura de gestión integral de los residuos y desechos sólidos para propiciar la conservación del medio ambiente y la calidad de vida de las personas”.¹⁴
- **Ámbito ambiental y la salud:** Garantizar la protección del ambiente y la salud humana como el bien jurídico tutelado al derecho a la vida mediante la reducción de los niveles de contaminación y conservación de los recursos naturales mediante una gestión integral de los residuos y desechos sólidos.¹⁵

6.3.2. Las 3R

Este principio propone en orden de importancia la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos y desechos sólidos. Esto reduce de forma significativa el volumen de materiales que son dispuestos en los rellenos sanitarios.

¹² Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. p. 30.

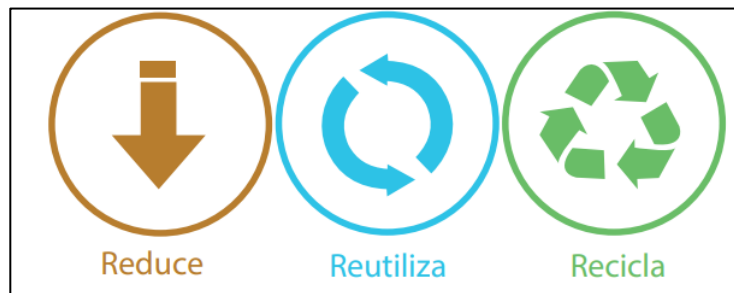
¹³ *Ibíd.* p. 31.

¹⁴ *Ibíd.* p. 32.

¹⁵ *Ibíd.* p. 32.

La clasificación desde el origen aumenta las posibilidades de que los materiales puedan ser recuperados en su totalidad y contribuye a una mejor calidad de los residuos.

Figura 22. **Principio 3R**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la identificación gráfica de los residuos sólidos comunes*. p. 6.

6.4. Ahorro energético

A continuación, se describe la reducción que se hace en el consumo de energía eléctrica.

6.4.1. Generación de energía eléctrica

Actualmente la demanda de energía es un reto al que se enfrentan los países de la región, los cuales realizan altas inversiones para subsanar los costos de operación de su infraestructura.

Uno de los beneficios más grandes del compostaje es que es un proceso completamente natural, de degradación biológica. El cual requiere de un mínimo

consumo de energía eléctrica lo cual lo hace un proyecto amigable al medio ambiente.

Por otro lado, también es posible la generación de energía eléctrica a través del tratamiento de desechos orgánicos, una iniciativa que suma en los múltiples esfuerzos de protección al ambiente. Esto es posible con un biodigestor al cual llega la materia orgánica cruda, como lo son restos de ganado vacuno, vegetales, frutas y cultivos que contienen altos niveles de carbono.

6.5. Regeneración de suelos

El suelo constituye el soporte para muchas especies vegetales y animales. Por este medio se desarrolla una gran cantidad de actividades humanas como la agricultura, la minería, entre otras.

La degradación de suelos es el proceso en el que sus propiedades sufren alteraciones como consecuencia de actividades inadecuadas y variaciones climáticas. Los suelos afectados pierden su capacidad de producir y están en riesgo de erosión y compactación.

El uso de compost en cultivos es la mejor alternativa para la regeneración de suelos degradados y poco fértiles. Está demostrado que su incorporación en el suelo aumenta la capacidad de retención de agua y el intercambio gaseoso.

6.5.1. Eliminación de uso de productos químicos

Cuando en el suelo hay presencia de sustancias químicas que provienen de actividades humanas nocivas, se produce la contaminación del suelo.

Los fertilizantes y minerales químicos tienen un fuerte impacto negativo no solo directamente con el ambiente, sino también en la salud del consumidor final.

El principal problema es la contaminación del agua subterránea debido al nitrógeno que se añade en forma de nitratos, estos son muy solubles en agua. La urea, es otro fertilizante de amplio uso, pero efectos nocivos, éste libera amoníaco en su proceso de descomposición, una parte se suma a la lluvia ácida mientras otra se agrega al efecto acumulativo de las aguas subterráneas.

El uso un abono orgánico, reemplaza completamente el uso de productos químicos, que contaminan los acuíferos. También hay una diferencia significativa en costos de ambos productos, siendo el compost el más económico.

6.5.2. Retención de nutrientes

Cuando un suelo se ve afectado ha perdido muchas propiedades tanto físicas como químicas y biológicas. El beneficio del uso de compost es cada vez más amplio, este tiene la capacidad de mejorar y actuar sobre estas propiedades como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla XI. **Beneficio según propiedades**

Físicas	Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo
	Previene la erosión y compactación
	Mejora la estructura del suelo
	Incrementa porosidad en suelos arcillosos

Continuación de la tabla XI.

Químicas	Aumenta la disponibilidad de potasio, fósforo, calcio y magnesio para las plantas
	Contribuye con enzimas estimuladoras del crecimiento para las plantas
	Acrecienta la disponibilidad de micronutrientes
	Retiene y facilita la absorción de nutrientes por parte de los vegetales
Biológicas	Incrementa el rendimiento de los cultivos
	Estimula el crecimiento de la flora microbiana del suelo
	Mejora los procesos de fotosíntesis en las plantas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

6.5.3. Salud humana y ambiental

Todos los beneficios anteriormente mencionados se centralizan en la mejora de la salud humana. Los múltiples y grandes beneficios que brinda el uso del compost mejorarán la calidad de vida de las personas, no solo de los agricultores, contribuirá a la purificación del aire que respiramos, impacto positivo al ambiente minimizando el envío de la materia orgánica al relleno sanitario.

Es importante mencionar que los alimentos cosechados en suelos sanos, benefician a la salud del consumidor, debido a que las frutas y vegetales de cosechas puras tienen nutrientes, al contrario de las cosechas a base de productos químicos, a largo plazo suelen ser perjudiciales a quien los consume.

La OMS señala La salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud.¹⁶

¹⁶ Organización Mundial de la Salud, OMS. *Salud ambiental*. https://www.who.int/topics/environmental_health/es/#:~:text=La%20salud%20ambiental%20est%C3%A1%20relacionada,ambientes%20propicios%20para%20la%20salud. Consulta: 22 de septiembre de 2019.

CONCLUSIONES

1. NutriSuelos actualmente opera con únicamente dos trabajadores, no poseen transporte propio, recolectan los desechos en conjunto con el personal de la Central de Mayoreo y actualmente tienen una capacidad instalada de 1 300 libras mensuales aproximadamente.
2. Se diseña un sistema de producción eficiente para lograr aumentar el número de unidades fabricadas, considerando la cantidad de desechos que llegan a la Central de Mayoreo diariamente y las condiciones actuales.
3. Se realizó un análisis costo-beneficio para el desarrollo del modelo productivo, se requiere una inversión aproximada de Q 93 000,00 y se proyecta recibir beneficios de Q 275 800,00, claramente muestra que los beneficios son mayores a los costos en los que se incurrirá, por lo que la inversión es viable.
4. Para la medición de la funcionalidad del sistema productivo se establecen como indicadores de gestión la productividad (parcial, total y por factor total), la eficiencia y eficacia.
5. El tiempo para culminar el proceso por completo y proceder a empacarlo como producto terminado es de 42 días. Este tiempo es extenso debido a que el producto lleva un tiempo de 6 semanas en el que se monitorean los parámetros de temperatura, humedad y CO₂ para asegurar la descomposición total de los desechos, sin embargo, con la propuesta se busca disminuir los tiempos y aumentar el número de unidades fabricadas.

6. Con la implementación de la propuesta, la empresa no se dará abasto con el número actual de trabajadores, será necesario invertir en recurso humano para lograr los objetivos de incrementar la productividad y la capacidad instalada.

7. La fabricación de compost minimiza el envío de desechos a rellenos sanitarios aproximadamente un 13 % a nivel metropolitano, logrando que éstos sean transformados para generar productos de calidad y beneficio y no causar impactos negativos al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar los aspectos críticos se recomienda invertir en un transporte propio de la empresa, que les permita movilizarse en cualquier horario y no depender de la ruta establecida del personal de CENMA, esto a la vez permitirá recolectar una mayor cantidad de toneladas diarias con el fin de producir más compost.
2. Implementar las propuestas descritas en el desarrollo del presente trabajo para incrementar la producción de compost en NutriSuelos, especialmente por los beneficios que el producto brinda, es esencial producirlo en cantidades más grandes.
3. Verificar que las inversiones de los costos propuestos sean mínimos para no elevarlos, pero que aseguren el buen funcionamiento deseado.
4. Revisar periódicamente los resultados de los indicadores de gestión para detectar posibles fallos en el sistema y tomar acciones correctivas inmediatamente, apoyarse en el cálculo de los indicadores con la información recaudada en las bitácoras de control.
5. Detectar oportunidades de mejora y eficiencia en el proceso de producción de compost para disminuir los tiempos estándar de fabricación.

6. Reclutar la cantidad de personas propuestas en el presente trabajo para las vacantes indicadas con el fin de enriquecer la productividad y generar nuevas fuentes de empleo.

7. Crear una cultura muy fuerte en las personas de contribuir al medio ambiente, que permita continuar y crecer el proyecto porque es excelente, de calidad y de grandes beneficios. Si la producción crece se estaría reduciendo más las toneladas de desechos que a diario son transportadas a los diferentes vertederos del país y a nivel general el impacto positivo sería más fuerte.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guía de Prevención de Riesgos Laborales en el Sector de Fabricación de. *Actualidad sindical de metal*. [en línea]. <<http://mcaugt.org/documentos/0/doc1028.pdf>>. [Consulta: 11 de mayo de 2019].
2. HANNÍBAL, Brito. *Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Ribamba*. Riobamba, Ecuador: European Scientific Journal, 2016. 19 p.
3. JARAMILLO, Jesús. *Indicadores de Gestión*. 2a ed. Colombia: 3R Editores, 1998. 147 p.
4. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Comunes*. [en línea]. <<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/18566.pdf>>. [Consulta: 22 de septiembre de 2019].
5. _____. *Política Nacional de Producción más limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010*. [en línea]. <<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/18644.pdf>>. [Consulta: 22 de septiembre de 2019].
6. _____. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, Acuerdo Gubernativo 281-2015*. [en línea]. <<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/14407.pdf>>. [Consulta: 22 de septiembre de 2019].

7. NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 577 p.
8. Organización Mundial de la Salud, OMS. *Salud ambiental*. [en línea]. <https://www.who.int/topics/environmental_health/es/#:~:text=La%20salud%20ambiental%20est%C3%A1%20relacionada,ambientes%20propicios%20para%20la%20salud>. [Consulta: 22 de septiembre de 2019].
9. PAZ, Roberto; GONZÁLEZ, Daniel. *Productividad y Competitividad*. Monterrey, México: McGraw-Hill, 2012. 18 p.
10. ROMÁN, Pilar; MARTÍNEZ, María; PANTOJA, Alberto. *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2013. 112 p.
11. SALAZAR, Bryan. Gestión de control de calidad. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>>. [Consulta: 25 de mayo de 2019].
12. SUMANTH, David. *Administración para la productividad total*. México: CECOSA, 1999. 396 p.
13. WIKI- EOI. *Ecoinnovación en procesos industriales*. [en línea]. <http://www.eoi.es/wiki/index.php/La_Industria_Cer%C3%A1mica_en_Ecoinnovaci%C3%B3n_en_procesos_industriales>. [Consulta: 25 de mayo de 2019].

APÉNDICES

Apéndice 1. Desechos varios recolectados en la Central de Mayoreo



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 2. **Desechos orgánicos después de clasificarse**



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 3. **Proceso de volteo de desechos**



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 4. **Desechos en pilas, en proceso descomposición**



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 5. **Compost listo para empacarse**



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 6. **Empaque ecológico biodegradable a base de papa**



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

Apéndice 7. Producto Terminado



Fuente: elaboración propia. NutriSuelos GT

