



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

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA
PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN
DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

Katya Janelly Palma Posadas

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA
PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN
DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KATYA JANELLY PALMA POSADAS
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova 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:

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA
PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN
DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2011.



Katya Janelly Palma Posadas

Guatemala, 14 de febrero 2012

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

Señor Director:

Atentamente me permito comunicarle que he tenido a la vista el trabajo de graduación de la estudiante Katya Janelly Palma Posadas, carné 2003-12639, titulado: **"TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"**, previo a optar al título de Ingeniera Industrial y luego de la revisión de su contenido lo encuentro satisfactorio, procediendo por este medio a su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Renaldo Giron Alvarado
COLEGIADO 5977

Ing. Renaldo Giron Alvarado
Colegiado No. 5977
ASESOR



REF.REV.EMI.105.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por la estudiante universitaria **Katya Janelly Palma Posadas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

José Francisco Gómez Rivera
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 1665

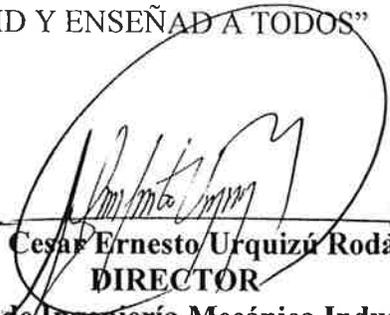
Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por la estudiante universitaria **Katya Janelly Palma Posadas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, agosto de 2012.

/mgp



El Decano 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: **TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por la estudiante universitaria: **Katya Janelly Palma Posadas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, agosto de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Mi fortaleza, mi luz, mi padre amoroso que está por siempre en mi corazón.
Mi país	Guatemala tierra bendita por Dios, en la que deseo trabajar para su desarrollo.
Mis padres	Erlin Armando Palma Rivas y Alma Dinora Posadas Alvarado.
Mis hermanos	Erlin Amílcar y Alma Rocío.
Mis abuelos	Lidia Alvarado y Amílcar Posadas (q.e.p.d.). Catalina Rivas y Eliseo Palma (q.e.p.d.).
Mis primas	Sharon Lucero, Nathaly Mancilla, Melissa Gonzáles.
Mis tíos	Daniel, Julio, Francis, Idalia, Grace, Bárbara, Enda.
Mis sobrinos	Erlin René, Jimena, Jeremy, Julio César.
Mi novio	Luis Byron Méndez Hurtarte.
Mis amigos	Todos aquéllos que me han brindado su amistad, confianza y cariño.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional de Ingeniería Industrial.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la vida, por ser mi salvador y la luz que guía mi camino.
- Mis padres** Dinora Posadas y Armando Palma, por sus sacrificios, esfuerzos, su confianza puesta en mí, inmenso amor y apoyo incondicional en todo momento.
- Mis hermanos** Alma Rocío y Erlin Amílcar por acompañarme y apoyarme en todos y cada uno de los momentos de mi vida.
- Mi familia** En especial a mi mama Lidia, mis tías y mis primas Sharon y Nathaly; por el apoyo, por sus consejos, amistad y cariño brindados incondicionalmente.
- Mi novio** Por su amor incondicional, por su paciencia y apoyo en todo momento.
- Mi asesor** Ingeniero Renaldo Girón, que más que mi asesor fue un amigo, gracias por su ayuda y tiempo dedicado.
- Mis amigos** Jorge Morales, Otto Lantan, Alejandra Salazar, Rosa Herrera, Beverly Henry, Teresa Baldizón, Eunice Peña, Clara Quintana, Carol Paredes, Jonatan Villacinda, Luis Santos, Antonio Palacios, Hugo Consuegra, y a todos mis compañeros de universidad, gracias por su amistad.

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Alma mater que me abrió las puertas para acceder a un conocimiento profesional.

**Administración
del Ingeniero
Murphy Paiz**

Por incentivar al estudiante en todo momento y brindarnos apoyo en la conquista de este gran éxito, y sobre todo por mantener firme la visión de la Facultad de Ingeniería.

**Municipalidad de
Asunción Mita**

Por permitirme desarrollar un proyecto de beneficio para el municipio y por el apoyo brindado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. RESIDUOS SÓLIDOS	1
1.1. Características de los residuos sólidos	2
1.1.1. Definición de residuos sólidos	3
1.1.2. Clasificación de los residuos sólidos.....	3
1.2. Determinación de la cantidad de residuos sólidos del casco urbano.....	5
1.3. Gestión de los residuos sólidos urbanos	7
1.3.1. Generación de residuos sólidos.....	8
1.3.2. Recolección y transporte	10
1.3.3. Tratamiento	11
1.3.3.1. Reutilización.....	12
1.3.3.2. Incineración.....	12
1.3.3.3. Reciclaje	12
1.3.3.4. Compostaje.....	14
1.3.3.5. Lombricompostaje.....	15
1.4. Riesgos de los residuos sólidos	15
1.4.1. Riesgos para la salud	16
1.4.2. Riesgos directos	16

1.4.3.	Riesgos indirectos	17
1.4.4.	Riesgos para el medio ambiente	20
1.5.	Contaminación del medio ambiente	20
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA	25
2.1.	Análisis de la situación actual	25
2.1.1.	Ubicación del municipio de Asunción Mita	26
2.1.2.	Características del municipio de Asunción Mita	29
2.1.3.	Población del municipio de Asunción Mita	31
2.1.4.	Ubicación de relleno sanitario de Asunción Mita	32
2.1.5.	Residuos sólidos producidos en Asunción Mita.....	32
2.1.5.1.	Tipos de residuos sólidos generados.....	34
2.1.5.2.	Agentes generadores de residuos sólidos	37
2.1.6.	Información adicional acerca del servicio	38
2.1.6.1.	Recolección	38
2.1.6.2.	Transporte	39
2.1.7.	Efectos de los residuos sólidos	41
2.1.7.1.	Efectos directos	41
2.1.7.2.	Efectos indirectos	43
2.1.8.	Tratamiento de residuos sólidos.....	43
2.1.8.1.	Residuos sólidos orgánicos	44
2.1.8.2.	Residuos sólidos inorgánicos	44
2.1.9.	Disposición final de residuos sólidos	45
2.1.10.	Recursos brindados por la Municipalidad de Asunción Mita	46

3.	PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA	49
3.1.	Clasificación de residuos sólidos orgánicos	49
3.2.	Análisis del adecuado tratamiento de residuos sólidos orgánicos	49
3.2.1.	Compostaje	49
3.2.1.1.	Propiedades.....	50
3.2.1.2.	Materiales	51
3.2.1.3.	Proceso.....	58
3.2.1.4.	Costos.....	59
3.2.1.4.1.	Costos de inversión	60
3.2.1.4.2.	Costos de operación.....	66
3.2.1.4.3.	Costos totales.....	69
3.2.1.5.	Análisis financiero	70
3.2.1.5.1.	Precio de venta	72
3.2.1.5.2.	Demanda.....	72
3.2.1.6.	Ventajas.....	73
3.2.1.7.	Desventajas	73
3.2.2.	Lombricompostaje	73
3.2.2.1.	Propiedades.....	74
3.2.2.2.	Materiales	75
3.2.2.3.	Proceso.....	76
3.2.2.4.	Costos.....	79
3.2.2.4.1.	Costos de inversión	79
3.2.2.4.2.	Costos de operación.....	82
3.2.2.4.3.	Costos totales.....	84
3.2.2.5.	Análisis financiero	86

3.2.2.5.1.	Precio de venta	88
3.2.2.5.2.	Demanda	88
3.2.2.6.	Ventajas	88
3.2.2.7.	Desventajas.....	89
3.3.	Selección de la mejor alternativa para la producción de abono orgánico de la mejor calidad	89
3.4.	Beneficios de la propuesta.....	89
3.4.1.	Beneficios económicos para la Municipalidad	90
3.4.2.	Beneficios económicos para la población.....	90
3.4.3.	Beneficios ambientales	90
3.4.4.	Beneficios sociales.....	91
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	93
4.1.	Método de compostaje a implementar	93
4.1.1.	Metodología para la aplicación.....	93
4.2.	Ubicación de la planta de compostaje	94
4.2.1.	Ubicación destinada por la Municipalidad para la planta de compostaje.....	94
4.2.2.	Descripción general de la planta	95
4.3.	Análisis de costos de la planta de lombricompostaje	97
4.3.1.	Costos de inversión de la planta de lombricompostaje	97
4.3.2.	Costo de operación de la planta de lombricompostaje ...	100
4.4.	Costo total de la propuesta	100
4.4.1.	Costos de inversión.....	101
4.4.2.	Costos de operación	102
4.5.	Proyección de Ingresos	103
4.6.	Resultados proyectados	105
4.7.	Aspectos financieros de la Municipalidad	107
4.8.	Opciones de financiamiento.....	107

4.9.	Forma de funcionamiento.....	108
4.10.	Producto terminado.....	114
4.11.	Entidad responsable	114
4.11.1.	Personal responsable	114
4.11.2.	Capacitación del personal.....	115
5.	MEJORA CONTINUA	119
5.1.	Resultados obtenidos.....	119
5.1.1.	Interpretación.....	120
5.1.2.	Aplicación	121
5.2.	Ventajas competitivas	121
5.3.	Beneficios	122
5.4.	Acciones correctivas	123
5.5.	Concientización a la población	124
5.6.	Propuesta de un sistema de reciclaje para residuos sólidos inorgánicos.....	125
6.	MEDIO AMBIENTE	129
6.1.	Impacto ambiental.....	129
6.2.	Evaluación de impacto ambiental	129
6.2.1.	Identificación de impactos	134
6.2.1.1.	Efectos sobre la atmósfera.....	135
6.2.1.2.	Efectos sobre la salud humana	136
6.2.2.	Ventajas y desventajas en la implementación	136
6.3.	Plan de contingencia contra efectos negativos al medio ambiente	136
6.4.	Eliminación de basureros clandestinos	137
6.5.	Mantenimiento de basureros autorizados.....	138

CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos	8
2.	Área actual del basurero de Asunción Mita	26
3.	Ubicación de Asunción Mita, Jutiapa	27
4.	Municipalidad de Asunción Mita	28
5.	Vías de comunicación de Asunción Mita	29
6.	Territorio de Asunción Mita, Jutiapa	30
7.	Ubicación geográfica del relleno sanitario, de Asunción Mita	32
8.	Flujograma de recolección de residuos sólidos	39
9.	Transporte de residuos sólidos de Asunción Mita	40
10.	Compost.....	50
11.	Desechos de cultivo de maíz.....	52
12.	Frutos deteriorados	52
13.	Corteza de pino.....	53
14.	Residuos de café	54
15.	Desechos de aserradero	54
16.	Restos de poda de jardín	55
17.	Residuos urbanos	56
18.	Gallinaza	57
19.	Estiércol	57
20.	Proceso de compostaje.....	59
21.	Pileta de compostaje	60
22.	Carretilla para traslado de residuos.....	62
23.	Bomba irrigadora.....	62

24.	Depósito para agua	63
25.	Báscula.....	63
26.	Termómetro digital.....	64
27.	Hidrómetro.....	64
28.	Máquina para coser sacos.....	65
29.	Equipo de protección	65
30.	Lombricompost	74
31.	Lombriz coqueta roja	76
32.	Proceso de lombricompostaje.....	79
33.	Pileta de lombricompostaje.....	80
34.	Ubicación de la planta de lombricompostaje.....	95
35.	Plano de planta de lombricompostaje	96
36.	Área de selección residuos orgánicos.....	98
37.	Área de lombricompostaje	99
38.	Área de empaque	100
39.	Flujo de efectivo.....	106
40.	Diagrama de flujo del proceso	110
41.	Diagrama de recorrido del proceso	113

TABLAS

I.	Demografía de Asunción Mita.....	31
II.	Porcentaje de residuos sólidos generados en Asunción Mita	33
III.	Generación de residuos sólidos por clase social	36
IV.	Clasificación de los residuos sólidos municipales según su origen	37
V.	Porcentaje de hogares con servicio de tren de aseo en Asunción Mita.	39
VI.	Resumen costos de maquinaria y equipo para compostaje	61
VII.	Precio del servicio de agua por rangos de consumo.....	67
VIII.	Resumen costos de inversión de compostaje	69

IX.	Resumen costos de operación de compostaje	69
X.	Costo total de compostaje	70
XI.	Resumen costos de maquinaria y equipo para lombricompostaje	81
XII.	Resumen costos de inversión de lombricompostaje	84
XIII.	Resumen costos de operación de lombricompostaje	85
XIV.	Costo total de lombricompostaje	85
XV.	Costos de inversión de la propuesta	102
XVI.	Costos de operación de la propuesta	103
XVII.	Ingresos y egresos proyectados a 5 años	104
XVIII.	Flujo de efectivo de resultados proyectados.....	106
XIX.	Capacitación del personal	115
XX.	Clasificación de riesgos.....	131
XXI.	Escala de valorización de impactos.....	132
XXII.	Matriz cuantitativa de evaluación de impactos	133
XXIII.	Identificación de impactos	134

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CTI	Costo total de inversión
kg	Kilogramo
m³	Metros cúbicos
%	Porcentaje
PPC	Producción per-cápita
Q	Quetzal
qq	Quintales
RSU	Residuos sólidos urbanos
t	Tonelada

GLOSARIO

Agentes patógenos	Es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas.
Contaminación	Es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.
Humus	Es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos.
Mesófilo	Conjunto de tejidos que se hallan entre ambas epidermis de una hoja y entre los nervios de la misma.

Permeabilidad	Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.
Porosidad	Capacidad que tiene un suelo de absorber agua. Se considera absorbente cuando al verter agua sobre el mismo, ésta es absorbida en un tiempo comprendido entre 1 y 5 minutos.
Propiedad química	Es cualquier propiedad evidente durante una reacción química; es decir, cualquier cualidad que puede ser establecida solamente al cambiar la identidad o estructura química de una sustancia.
Relleno sanitario	Es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se pretenden tomar múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos.
Residuo	Cualquier material sobrante o defectuoso que ya no es útil y que, por consiguiente, ya no se necesita, ni es deseable que permanezca donde está.

Residuo orgánico	Se genera de los restos de seres vivos como plantas y animales, ejemplos: cáscaras de frutas y verduras, cascarones, restos de alimentos, huesos, papel y telas naturales como la seda, el lino y el algodón. Este tipo de basura es biodegradable.
Residuo inorgánico	Proviene de minerales y productos sintéticos, como los siguientes: metales, plástico, vidrio, cartón plastificado y telas sintéticas. Dichos materiales no son degradables.
Tamizado	Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o cedazo.
TIR - Tasa interna de retorno	Es la tasa que iguala el valor presente neto a cero, y sirve como evaluador de una inversión.
TMAR - Tasa mínima atractiva de rendimiento	Es la tasa contra la que se compara la TIR, para comprobar la rentabilidad de un proyecto o inversión.
Vertedero Clandestino	Es un lugar en el que, sin consideraciones medioambientales, es elegido por algún grupo humano para depositar sus desechos sólidos.
VPN - Valor presente neto	Determina si una inversión o proyecto es económicamente viable.

RESUMEN

La mala gestión de residuos en el relleno sanitario municipal de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, provoca serios problemas ambientales, debido a la acumulación de contaminantes en el suelo, y aguas superficiales y subterráneas. En consecuencia hay: inflamabilidad, proliferación de moscas, roedores, bacterias y otros animales o microorganismos causantes de enfermedades; dispersión de papeles, plásticos y polvo, producción de humo y material articulado en suspensión. Todo esto repercute directamente en la salud de la población y el medio ambiente.

El manejo adecuado de los residuos orgánicos a través de la producción de abono orgánico, en la actualidad es uno de los sistemas de tratamiento que puede autosostenerse y generar beneficios sociales, económicos y ambientales que ayuden al desarrollo de una comunidad. Un tratamiento eficiente de residuos sólidos orgánicos e inorgánico que dé resultados positivos, y ayude a resolver la problemática de contaminación ambiental, logra mejorar el sistema de tratamiento de residuos sólidos actual.

Se debe tomar en cuenta que el efecto de la basura recae sobre todo, en aquel que de una manera u otra habita en el municipio, así que es necesaria la concientización de todos acerca de la importancia de implementar este tipo de tratamientos, que logran reducir los problemas sanitarios actuales, contribuyen al desarrollo y mejoran la calidad de vida de la población en general.

OBJETIVOS

General

Proporcionar para la Municipalidad de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, la información necesaria para llevar a cabo un eficiente tratamiento de los residuos sólidos orgánicos que llegan al relleno sanitario, a través de la producción de abono orgánico, para el beneficio del medio ambiente y el desarrollo sostenible del municipio.

Específicos

1. Establecer un sistema de tratamiento de residuos orgánicos más eficiente, con el que se logre obtener abono orgánico de buena calidad y económico.
2. Concientizar a los habitantes de la comunidad acerca de la importancia del buen manejo de los residuos desde el interior del hogar.
3. Exponer los beneficios económicos que obtendrá la municipalidad de Asunción Mita y los habitantes del municipio, con la venta del abono orgánico.
4. Reducir los niveles de contaminación ambiental producidos actualmente por el vertedero de basura, disminuyendo los riesgos de plagas y enfermedades en la comunidad.

5. Proponer un plan de reciclaje para la materia inorgánica, que actualmente no es tratada en el relleno sanitario.
6. Orientar a las autoridades municipales, en la solución del problema, de contaminación por residuos sólidos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen situaciones ambientales adversas en todo el mundo. Los residuos son un ejemplo actual de recursos desaprovechados. A lo largo de la historia, el principal problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, su presencia en el medio ambiente sobresale ante otro tipo de residuos y su proximidad resulta desagradable. La sociedad solucionó este problema apartándolo de la vista y arrojándolo a las afueras de las ciudades, cauces de los ríos, etc.

Al contrario de lo que sucede con otros servicios de saneamiento básico, como el del agua potable, el manejo de los residuos sólidos siempre ha permanecido en manos de los municipios. Es por eso que se hace imprescindible que en la actualidad las municipalidades adquieran un compromiso social hacia el tratamiento de los desechos sólidos ya que la eliminación no controlada de éstos da lugar a la contaminación en la comunidad.

Los residuos sólidos afectan en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, debido a la creciente incapacidad para encontrar lugares adecuados que permitan su acomodo, dando lugar a los conocidos basureros a cielo abierto o rellenos sanitarios. Éstos son una constante amenaza a las aguas subterráneas, la polución atmosférica por humos y gases y la proliferación de insectos y roedores, factores que son altamente dañinos para la salud de todos los habitantes de una comunidad.

Dando paso a la obligación de llevar a cabo una propuesta eficiente para el tratamiento de los residuos para el saneamiento ambiental y mejora de la calidad de vida de la población actual y de las generaciones futuras del municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa.

1. RESIDUOS SÓLIDOS

Desde el origen de la vida, el hombre ha utilizado los recursos naturales para asegurar su supervivencia y crear objetos que le ayudan a prosperar dentro de un medio difícil y hostil. La población humana era por entonces muy escasa y los problemas medioambientales, inexistentes. Antiguamente, el hombre amparaba su subsistencia en el consumo y uso de recursos naturales. Los restos de su actividad se integraban rápidamente en la naturaleza y no fueron causa de problemas debido a la escasa población existente.

La agricultura y la ganadería fueron liberando al hombre de la dependencia directa de los recursos naturales. Contar con el sustento sin tener que desplazarse para conseguirlo fue el origen de los asentamientos humanos y de las primitivas culturas, generalmente de carácter rural y agrícola. Durante siglos, estas sociedades consumieron alimentos de fácil descomposición y produjeron bienes duraderos basados en materias naturales como la madera, el barro, el cuero y las fibras textiles naturales. Los residuos que estos producen son fácilmente asimilables por el medio, pero la evolución que experimenta la humanidad hace que se inicie la extracción y transformación de elementos naturales con la utilización de la energía disponible.

El afán del hombre por progresar social y económicamente ha transformado la vida del planeta. La evolución de las culturas ha marcado el progreso de la humanidad. A medida que la población ha aumentado y el desarrollo industrial ha crecido, los residuos sólidos también aumentan.

La actividad humana precisa utilizar materias que, en sus diversos procesos de transformación, generan una importante cantidad de residuos sólidos cuyo peso es muy superior al de los bienes producidos. Dentro de esta importante cantidad de residuos existe una pequeña fracción típicamente urbana que, al generarse en el entorno de las concentraciones humanas, toma un papel relevante debido a los riesgos medioambientales que entraña y a las dificultades políticas y económicas para gestionarla.

Una buena gestión de los residuos sólidos urbanos tiene por objeto controlar y reducir la contaminación que estos elementos originan en el ecosistema, especialmente los que afectan de forma superficial y subterránea a los suelos, y la contaminación que produce su dispersión en el aire y en el sistema hidrológico.

1.1. Características de los residuos sólidos

Las características de los residuos sólidos varían según los siguientes factores: dependiendo del lugar en que son generados, ya que varían en función de los hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, clima, estaciones y otras condiciones locales que modifican y hacen variable dichas características.

El conocimiento de las misma y su control continuo permite la búsqueda de soluciones apropiadas a los problemas involucrados en las etapas de generación, almacenamiento y disposición final, que en su conjunto constituyen el servicio de limpieza en una ciudad.

1.1.1. Definición de residuos sólidos

Se define la palabra residuo como la parte o porción que queda de un todo. Los residuos sólidos son el conjunto de elementos heterogéneos provenientes de los desechos y desperdicios generados por las actividades municipales, industriales y agrícolas. Una de las características principales de los residuos sólidos urbanos es haber sido un objeto con una utilidad concreta y haber perdido, de una u otra forma, su capacidad para ser utilizado.

Matizando un poco más, puede decirse que los residuos sólidos son aquellos bienes de consumo, objetos o productos que en su totalidad o sólo en forma parcial hayan dejado de usarse, y los que, tras no atribuirles ninguna utilidad futura ni aplicación previsible, terminan por desecharse como inútiles.

1.1.2. Clasificación de los residuos sólidos

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Se clasificarán los residuos sólidos según su composición en:

- Residuos sólidos orgánicos: se le denominan así a los desechos biodegradables que son putrescibles: restos alimenticios, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.
- Residuos sólidos inorgánicos: se le denomina así a los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como inertes, en el sentido que

su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el valor estético del mismo y puede ocasionar accidentes a las personas:

- ✓ Residuos sólidos generales: papel y cartón, vidrio, cristal y cerámica, desechos de metales y/o que contengan metales, madera, plásticos, gomas y cueros, textiles (trapos, gasas, fibras), y barreduras.
- ✓ Residuos sólidos pétreos: piedras, rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.
- ✓ Residuos industriales: la cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.
- Residuos peligrosos: son todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana.

Como por ejemplo:

- ✓ Residuos hospitalarios.
- ✓ Residuos de industria química e industria farmacéutica.
- ✓ Fungicidas, plaguicidas, biocidas.
- ✓ Relaves mineros, emisiones aéreas de chimeneas.

- ✓ Residuos de la industria del petróleo tales como bituminosos, alquitrán, emulsiones acuosas.
- ✓ Residuos de la industria textil tales como cromo oxidado, colorantes, ácidos.
- ✓ Residuos de centros de investigación científica, tales como solventes y reactivos usados, etc.
- ✓ Residuos de la industria del plástico.

1.2. Determinación de la cantidad de residuos sólidos del casco urbano

Desde los días de las primeras sociedades primitivas, los seres humanos han utilizado los recursos de la tierra para obtener sus medios de supervivencia y en este proceso siempre han generado residuos que han evacuado de una manera u otra al medio ambiente. En tiempos remotos, las consecuencias de la evacuación de los residuos de la actividad humana no eran percibidas como un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los residuos era grande.

En algunas sociedades agrícolas se realizaban prácticas de reciclaje y reutilización de nutrientes, incorporando la biomasa de los rastrojos agrícolas y otros desechos al suelo, mostrando una sabiduría en el uso y ahorro de energía que gran parte de la agricultura moderna desafortunadamente han perdido.

El problema de la evacuación de los residuos pudo haberse originado en los tiempos en que los seres humanos comenzaron a congregarse en aldeas y pequeñas ciudades, cuando las comunidades nómadas dieron lugar a sociedades agrarias sedentarias. Entonces, la acumulación de residuos llega a ser una consecuencia de la vida en conglomerados urbanos.

Ya en la época medieval, la práctica de arrojar los restos de comida y otros residuos sólidos en las calles sin pavimentos, caminos y terrenos baldíos, tuvo como consecuencia la proliferación de ratas, portadoras de pulgas que eran el vector de la enfermedad llamada peste bubónica.

La falta de conocimientos y de medidas sanitaria básicas permitió la dispersión de esta enfermedad y la convirtió en una plaga mortal conocida entonces como la Muerte Negra, que provocó la muerte de más de la mitad de la población de Europa a mediados del siglo XIV. La acumulación creciente de desechos sólidos y la consecuente contaminación de los pozos y fuentes de agua, sumada a la ignorancia y falta de saneamiento básico, siguió provocando sucesivas epidemias en los países europeos durante los siglos XV al XVIII, produciendo altos índices de mortalidad que diezaban periódicamente a la población.

Fue hasta el siglo XIX que las primeras medidas de salud pública fueron consideradas como una necesidad vital por las autoridades. Por primera vez, los funcionarios públicos se dieron cuenta de que los residuos de comida y otros desperdicios tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria, para controlar a los roedores, las moscas y otros vectores de enfermedades.

Se puede decir que desde los inicios de la civilización humana, la especie humana ha dejado a su paso una estela de desechos, que son el residuo no utilizado de nuestras actividades de producción, distribución y consumo. La producción de desechos es una consecuencia propia y natural de la actividad del ser humano, la cual se ha incrementado paralelamente al desarrollo de las capacidades y modalidades de producción y consumo del ser humano.

El acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo, han causado un acelerado incremento en la generación de residuos sólidos por habitante. Desdichadamente, no ha crecido proporcionalmente la conciencia ciudadana, el ejercicio de la responsabilidad individual ni las capacidades financieras y administrativas para dar una solución adecuada al problema del manejo del volumen cada vez más grande de desechos que se producen.

La producción de desechos en la región centroamericana varía entre 0.2 a 0,5 kilogramos por persona en áreas rurales y hasta 0,5 a 1,0 kilogramo por persona al día en áreas urbanas. Promediando, se puede estimar que Centro América junta produce alrededor de 16 mil toneladas métricas de desechos sólidos cada día.¹

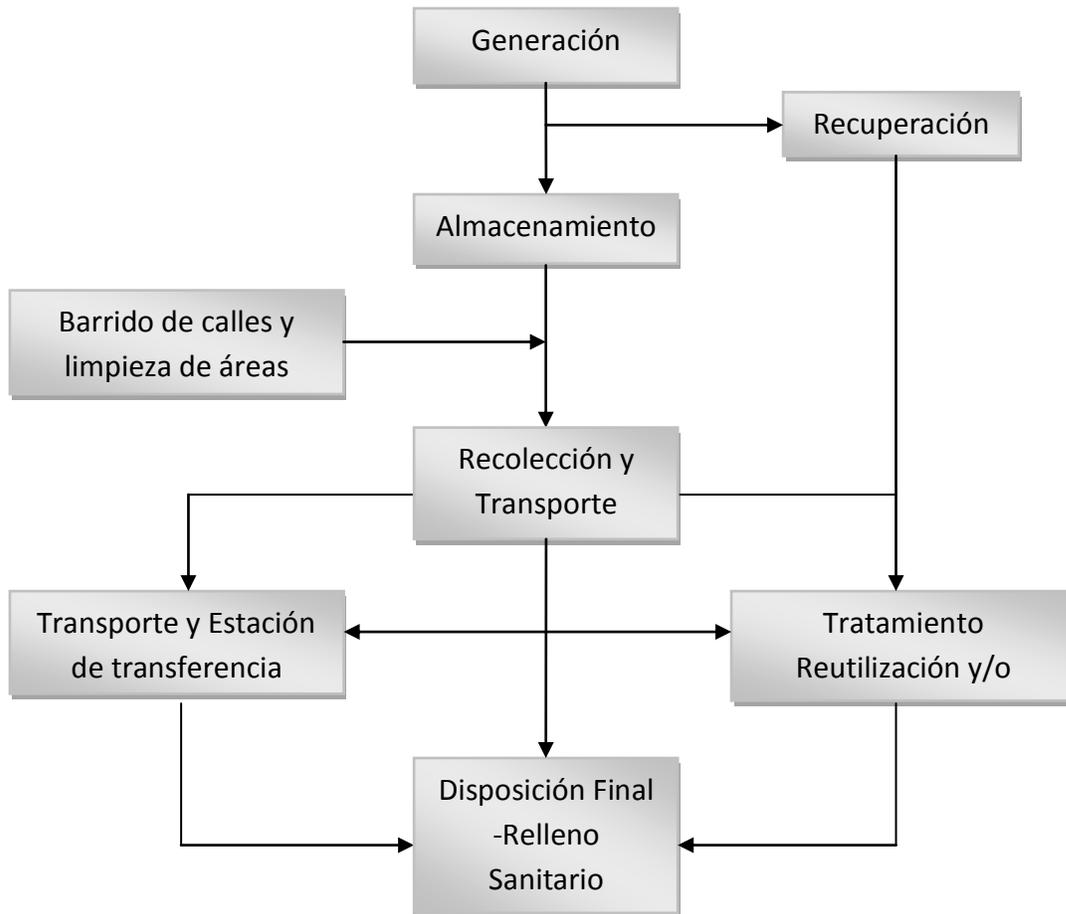
Según un estudio realizado por Greenpeace Centroamérica, el promedio de basura domiciliar generada en Guatemala es de 0,54 kilogramo por habitante al día.

1.3. Gestión de los residuos sólidos urbanos

Se refiere al conjunto de actividades de almacenamiento, recolección, transferencia, procesamiento y disposición final de los residuos sólidos, realizados en armonía con los principios de la salud pública, la economía, la ingeniería sanitaria, la conservación ambiental y la estética.

¹ NANITA-KENNET, Mila, Erwin. Informe sobre el Análisis Comparativo de Riesgos de Centroamérica. Volumen 1. Washington D.C.: CCAD-USAIDPRIDE.

Figura 1. **Elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita, departamento Jutiapa.

1.3.1. **Generación de residuos sólidos**

De acuerdo con su fuente de generación, los residuos se dividen en:

- Residuos domésticos: son aquellos residuos provenientes de los hogares. Están constituidos por una composición de desperdicios de comida, papel,

madera, plástico, materiales de goma, productos textiles, vidrio, metales, polvo y basura de jardín. La composición de los residuos domésticos puede variar dependiendo de factores como estación del año (se produce más basura de jardín durante el invierno) o la época del año (se produce mayor cantidad de papel y desperdicios de cocina en época navideña). Esta situación se evidencia en menor grado en el área rural con respecto a la ciudad. El grado de industrialización de la ciudad (un país industrializado produce mayor cantidad de papel y plástico), los niveles de ingreso (familias con ingresos económicos altos producen más plásticos y papeles), etc. son factores que influyen.

- Residuos comerciales: es todo residuo sólido originado en edificaciones destinadas al comercio en general, incluye oficinas, mercados, hoteles, supermercados, teatros, almacenes, restaurantes, etc. Los residuos comerciales se generan principalmente en el área urbana y están compuestos básicamente por restos del alimento, papel, cartón y plásticos.
- Residuos industriales: son todos los residuos sólidos o semisólidos resultantes de procesos industriales. Estos pueden ser tóxicos o no tóxicos, dependiendo de la naturaleza de su composición química. Como residuos industriales se consideran la madera, papel, vidrio, goma, sobrantes textiles, pequeñas cantidades de desperdicios alimenticios, desechos metálicos y plásticos.
- Residuos hospitalarios: son residuos provenientes de hospitales, unidades de salud, clínicas médicas, etc. Existen dos tipos de residuos hospitalarios: los sépticos o no contaminantes, compuestos generalmente por restos alimenticios, papel y desechos plásticos, y los no sépticos o

contaminantes, provenientes de intervenciones quirúrgicas, curaciones y laboratorios.

- Residuos institucionales: son residuos provenientes de instituciones públicas, como escuelas, cuarteles, oficinas de gobierno y otros. Están compuestos generalmente por papeles, plásticos y restos de alimentos.

1.3.2. Recolección y transporte

Incluye las actividades propias de la recolección de los residuos sólidos en su sitio de origen de acuerdo con la frecuencia y los horarios preestablecidos, y su traslado hasta el sitio donde deben ser descargados una vez agotada su capacidad. Este sitio puede ser, bien una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales, o bien el relleno sanitario donde se realizará la disposición final. La recolección de los residuos se realiza en promedio cada tres o cuatro días.

La recolección constituye una de las fases más complejas y costosas de la gestión de los residuos sólidos y en la mayoría de los casos representa entre 80% y 90% del costo total del servicio. Con el propósito de optimizar el desempeño, se pueden utilizar diversos tipos de sistemas de recolección de acuerdo con las características de la zona atendida: atención puerta a puerta o centros de acopio con o sin traslado de recipientes.

Los vehículos utilizados para realizar la actividad deben ser apropiados para las características locales. Se pueden utilizar vehículos especialmente diseñados para ello, como los que están dotados de compactación transitoria, camiones de baranda o de tolva basculante e incluso, para las pequeñas

poblaciones y áreas marginales, tractores agrícolas conectados con remolque y carretas de tracción animal, entre otros.

Es importante destacar que los residuos peligrosos siempre deben ser recolectados en forma separada, utilizando vehículos especiales de acuerdo con el tipo de residuo. La recolección de los residuos sólidos se complementa con servicios de limpieza de calles y áreas públicas. También existen casos en que el sistema de recolección forma parte de un programa de reciclaje, por lo que los vehículos están acondicionados para la recogida diferenciada de residuos.

1.3.3. Tratamiento

Se entiende por tratamiento de residuos el conjunto de operaciones encaminadas a su eliminación o al aprovechamiento de los recursos convertidos en ellos. Su principal objetivo es, disminuir los riesgos para la salud y los efectos negativos provocados al medio ambiente.

Se deberá optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales locales. Los principales métodos de tratamiento son el compostaje, lombricultura y la incineración, este último de gran impacto en la reducción de volumen. Los métodos anteriores dejan residuos que son necesarios disponer en un relleno sanitario, de ahí que no sean considerados como soluciones finales ni definitivas.

1.3.3.1. Reutilización

Un primer nivel de recuperación es la reutilización, es decir, la utilización directa de un producto o material sin cambiar su forma o función básica. Un ejemplo es el reúso de envases como botellas, frascos de plástico y metal o cajas de cartón y madera. La refabricación supone el desmonte de productos similares para su limpieza, inspección, reemplazo, restauración, ensamble, prueba y distribución subsiguientes. Los productos remanufacturados típicos son: motores o transmisiones de automóviles, compresores de refrigeración o de aire acondicionado, estufas, lavavajillas, etc. Los productos desechados también pueden ser utilizados en su forma básica pero para una nueva función, como los viejos neumáticos que sirven como rompeolas o muelles artificiales.

1.3.3.2. Incineración

La incineración de los residuos sólidos permite la reducción de su volumen al dejar un material inerte (escorias y cenizas) cercano a 10% del inicial. Tal reducción es obtenida con hornos especiales en los que se puede garantizar suficiente aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas. Una combustión incompleta, como es el caso de las quemas a cielo abierto, generará humos, cenizas y olores indeseables.

1.3.3.3. Reciclaje

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva

del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las tres *R*.

- Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- Reutilizar, acciones que permiten el volver a usar un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

El reciclaje tiene tres consecuencias ecológicas principales:

- Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían (algunas materias tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse).
- Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.
- Reducción de costes asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado reporta un coste menor que el material virgen.

1.3.3.4. Compostaje

El compostaje es un proceso mediante el cual el contenido orgánico de la basura se reduce por la acción bacteriológica de microorganismos contenidos en los mismos residuos orgánicos, de lo que resulta un producto denominado compost. El compost es un material similar al humus (tierra); mejora los suelos y puede tener un valor comercial. Sin embargo, este valor suele ser menor que el costo de producción, por lo que este sistema debe ser subsidiado por el municipio.

El método de compostaje puede ser beneficioso para los países en desarrollo, ya que mediante este proceso es posible recuperar el gran porcentaje de materia orgánica que contienen los residuos sólidos municipales y, dado que exige la separación del resto de residuos sólidos, se convierte en una buena oportunidad para iniciar el reciclaje de otros materiales. Pero antes de decidir la construcción de una planta de compostaje, se debe estudiar cuidadosamente si el producto cuenta con un mercado potencial, ya que muchas plantas en el mundo han fracasado por no poder comercializar el producto.

Las propiedades que brinda el compost son:

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K,² y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

1.3.3.5. Lombricompostaje

La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

1.4. Riesgos de los residuos sólidos

Los riesgos empiezan desde la generación de residuos, hasta la disposición final de ellos. Los principales riesgos causados por la manipulación de residuos sólidos, éstos se dividen en: riesgos para la salud, riesgos directos e indirectos, y riesgos para el medio ambiente.

²N= Nitrógeno, P=Fósforo, K=Potasio.

1.4.1. Riesgos para la salud

Aun no se determina la causa directa de enfermedades provocadas por los residuos sólidos; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas.

Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.

1.4.2. Riesgos directos

Los riesgos directos son los provocados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.

El servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos: se realiza en movimiento, levantando objetos pesados y, a veces, por la noche o en las primeras horas de la mañana; condiciones que lo vuelven de alto riesgo y hacen que la morbilidad pueda llegar a ser alta. Las condiciones anteriores se vuelven más críticas si las jornadas son largas y si, además, no se aplican medidas preventivas o no se usa equipo de protección adecuado.

Asimismo, los vehículos de recolección no siempre ofrecen las mejores condiciones: en muchos casos, los operarios deben realizar sus actividades en presencia continua de gases y partículas emanadas por los propios equipos, lo que produce irritación en los ojos y afecciones respiratorias; por otra parte, estas personas están expuestas a mayores riesgos de accidentes de tránsito, magulladuras, etc.

En una peor situación se encuentran los segregadores de basura, cuya actividad de separación y selección de materiales se realiza en condiciones infrahumanas y sin la más mínima protección ni seguridad social. En general, por su bajo nivel socioeconómico, carecen de los servicios básicos de agua, alcantarillado y electricidad y se encuentran sometidos a malas condiciones alimentarias, lo que se refleja en un estado de desnutrición crónica. Los segregadores de basura suelen tener más problemas gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano o viral que el resto de la población. Los mismos segregadores de basura se transforman en vectores sanitarios y potenciales generadores de problemas de salud entre las personas con las cuales conviven y están en contacto.

1.4.3. Riesgos indirectos

Los riesgos indirectos más importantes se refieren a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, ratas y cucarachas, moscas y mosquitos; que además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad.

Las cucarachas: existen desde hace 350 millones de años y, dada su extraordinaria resistencia a la mayoría de los insecticidas y capacidad de adaptación a cualquier medio, sería el único ser apto para sobrevivir a una guerra nuclear. No es común oír decir que una cucaracha ha causado tal o cual enfermedad o brote de enfermedad.

Las cucarachas muy rara vez son relacionadas con epidemias mortales ni benignas, ni hay estadísticas relacionadas con los daños que causan en salud pública; sin embargo, las características morfológicas y fisiológicas de las cucarachas les confieren la capacidad de ejercer la función de vectores de numerosas y variadas enfermedades. No solamente de las relacionadas con la descomposición de los alimentos y desechos orgánicos, sino también virus como la gripe y otras enfermedades infecciosas como la tuberculosis.

Las cucarachas transportan mecánicamente los patógenos causantes de éstas enfermedades, en sus patas cubiertas de pelos, contaminando el ambiente su paso, especialmente los alimentos, así como la utilería de su preparación y consumo.

Se ha comprobado que la cucaracha alberga numerosos microorganismos en su tracto digestivo. Incluso se sabe que esa población de bacterias, protozoos y helmintos (gusanos), presentes en el interior del insecto, está condicionada por su presencia en el medio que se desarrolla. Esto quiere decir que si en el entorno donde vive la cucaracha hay presencia de heces humanas infectadas con un helminto de los que parasitan al hombre, y la cucaracha las consume, entonces diseminara este parásito con el sucio que transportan sus patas y cuerpo. Asimismo, el parásito se quedará viviendo en el interior de su cuerpo, para ser esparcido posteriormente en el ambiente humano en sus

excrementos y en los residuos de su digestión, la cual incluye regurgitación, o sea, el alimento después de tragado es vomitado y vuelto a ingerir.

Las moscas: su ciclo de reproducción depende de la temperatura ambiental. Pueden llegar a su estado adulto en un lapso de entre 8 y 20 días y su radio de acción puede ser de 10 kilómetros en 24 horas. Su medio de reproducción está en los excrementos húmedos de humanos y animales (criaderos, letrinas mal construidas, defecar al aire libre, lodos de tratamiento, basuras, etc.). Se estima que un kilogramo de materia orgánica permite la reproducción de 70 000 moscas.

La basura es la fuente principal de reproducción de la mosca doméstica, que transmite enfermedades y causa la muerte de millones de personas en todo el mundo. Por tanto, el elemento clave para el control de la mosca doméstica es un buen almacenamiento, seguido de la recolección y disposición sanitaria final de la basura en rellenos sanitarios.

Las ratas: a través de los siglos han acompañado al hombre en la tierra y siempre han sido consideradas como una de las peores plagas. Además de transmitir graves enfermedades como la leptospirosis, salmonelosis, peste y parasitismo, también atacan mordiendo a los seres humanos. Las ratas causan importantes daños en la infraestructura eléctrica y telefónica de las ciudades, ya que pelan y se comen los cables de las respectivas redes, lo que ocasiona un buen número de incendios. También contribuyen al deterioro y a la contaminación de buena parte de los alimentos. Se reproducen rápidamente. Dan de seis a doce crías por camada y una pareja de ratas llega a tener hasta 10 000 descendientes por año.

Otro factor importante que pone en riesgo la salud pública, es la alimentación que se les da a algunos animales con basura (vacas, cerdos, aves, etc.) sin tomar en cuenta métodos sanitarios. Esta actividad no es recomendable, ya que se corre el riesgo de propagar diversos tipos de enfermedades, pues no se debe olvidar que estos residuos suelen estar mezclados con desechos infecciosos provenientes de hospitales y centros de salud o de otros lugares contaminados, donde la basura se descarga sin ninguna separación previa ni tratamiento.

Cabe mencionar también los riesgos por la mala disposición de los residuos, por ejemplo: cuando hay botaderos a orilla de carreteras, y los humos producidos por las frecuentes quemas de basura, son causantes de accidentes por la disminución de la visibilidad en el camino.

1.4.4. Riesgos para el medio ambiente

El riesgo ambiental más importante, causado por la gestión inadecuada de los residuos sólidos, lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como el del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

1.5. Contaminación del medio ambiente

Se vive en una sociedad de consumo en la que los residuos que se generan se han convertido en un grave problema para el medio ambiente, debido a que existe la cultura de usar y tirar.

Los residuos sólidos domésticos usualmente son concentrados por los habitantes de la vivienda en un solo recipiente, el cual, luego, es descargado a un solo camión recolector, el cual, a su vez, los transporta a un solo sitio de disposición final, donde, en el mejor de los casos, se logra separar a algunos de esos residuos para reciclarlos o reusarlos.

La problemática originada por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se está agravando en prácticamente todas los municipios del país.

En la mayoría de los municipios el servicio de recolección y disposición de los residuos sólidos es deficiente. Esto da origen a una serie de problemas de salud pública graves.

La inadecuada disposición de los residuos sólidos es fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), la cual puede transmitir enfermedades infecciosas. Los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente pueden generar gases, humos y polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica. Pueden, también, originar problemas de contaminación de las napas acuíferas, por la percolación de sus lixiviados en el subsuelo. El problema está creciendo, ya que la generación de residuos *per-cápita* está aumentando.

- Contaminación del aire: paralelamente a las infecciones que promueve la exposición de la basura al medio ambiente urbano, la quema de residuos a la que recurren los pobladores y la que se produce en los rellenos sanitarios municipales, en ocasiones puede derivar en lesiones muy graves para el sistema respiratorio, puesto que produce la suspensión de partículas que pueden ser altamente contaminantes; si a esto se le agregan los malos olores que producen, se está en presencia de las

principales causas de contaminación del aire que respiran los habitantes de una ciudad.

- Contaminación del agua: la contaminación producida por algunos residuos (productos de la actividad humana) sobre los recursos hídricos constituye uno de los problemas ambientales que caracterizan a las ciudades, ocasionando un deterioro en casi todos los elementos del sistema fluvio lacustre del área; dicha contaminación proviene en su mayoría de la descarga, en forma clandestina, de líquidos cloacales y del arrojado de residuos de origen doméstico sobre algunos ríos y lagunas.

Constituye una gran cantidad de basura que a veces no puede visualizarse debido a la abundante vegetación que cubre el agua, a lo cual hay que agregar que se producen en muchos casos asentamientos de población en sus márgenes, quienes en determinadas ocasiones desarrollan actividades absolutamente incompatibles con los recursos hídricos y que impactan directamente sobre éstos en forma negativa.

De esta manera, tanto los efluentes como los residuos que son arrojados por quienes habitan zonas próximas a las lagunas, hacen que la misma se vaya colmatando y generando olores nauseabundos donde proliferan todo tipo de insectos, originando además de la contaminación de las napas subterráneas, un importante deterioro visual.

- Contaminación de suelos: los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados, que al contaminarlos, los dejan inutilizados por largos períodos de tiempo. La contaminación del suelo es producto del sedimento de las aguas de inundación y de los anegamientos transitorios debido a las precipitaciones.

Es importante destacar el impacto que sufren los suelos en las áreas de influencia de las lagunas de tratamiento de líquidos cloacales, como así también las zonas de los rellenos sanitarios municipales y los numerosos micro basurales que se originan en esquinas, en terrenos baldíos, bordes de lagunas y ríos, y en los principales accesos urbanos.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA

2.1. Análisis de la situación actual

A través de los años se ha experimentado un crecimiento considerable de la población del municipio de Asunción Mita, por lo que es obvio que el número de viviendas ha ido en aumento de igual manera. Como consecuencia de lo anterior, la mayoría de los servicios públicos brindados han ido creciendo, y la municipalidad para satisfacer las necesidades del municipio, ha tenido que invertir en proyectos tales como: pavimentaciones, Centros de Salud, renovación de fosas sépticas, ampliación de líneas de electricidad, introducción de drenajes, pozos mecánicos en algunas aldeas y otros aspectos tales como el problema de la inadecuada gestión de los residuos sólidos producidos en el municipio, que hasta el momento no se resuelve de forma satisfactoria.

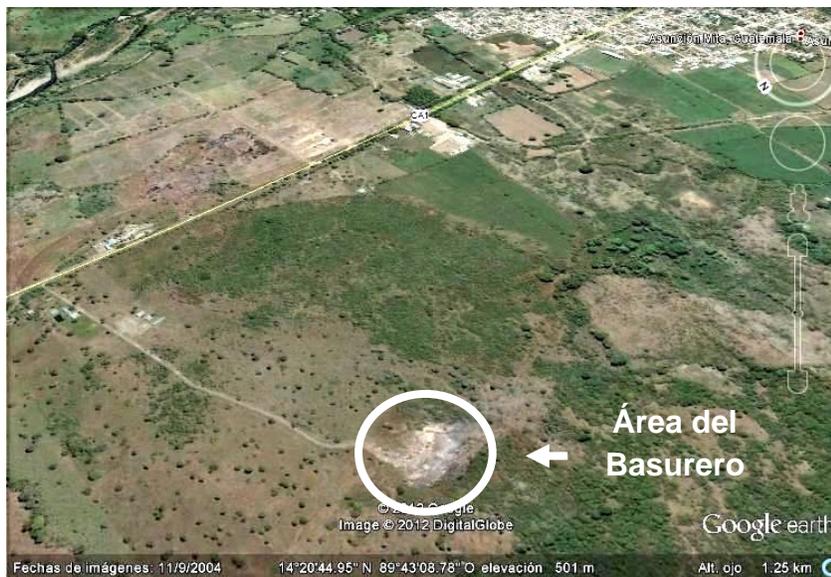
Actualmente el municipio de Asunción Mita cuenta con un área para vertedero de basura de aproximadamente 10 manzanas que conforme el tiempo avanza, su manejo se va volviendo más complicado, ya que en el relleno sanitario va disminuyendo el espacio útil para verter desechos urbanos, pues colinda con otras propiedades privadas. (Ver figura 2)

La calidad del aire que se respira en el casco urbano del municipio de Asunción Mita ha venido siendo de menor calidad, debido a la polución que generan de los gases que emiten la quemar material contaminante como tubos neumáticos, plásticos, duroport u otros materiales no biodegradable con

elevado potencial inflamable, cuyas partículas viajan a través del viento hasta llegar a contaminar el ambiente del área urbana.

Al presente, de 10 a 12 vehículos particulares son los que llegan diariamente a botar basura sin ningún tipo de autorización. La Municipalidad de Asunción Mita, ha tomado medidas para solucionar este problema, pero éstas han sido poco eficientes y no se ha llevado el debido seguimiento.

Figura 2. **Área actual del basurero de Asunción Mita**



Fuente: Mapas de Google. Asunción Mita, departamento de Jutiapa, Guatemala.

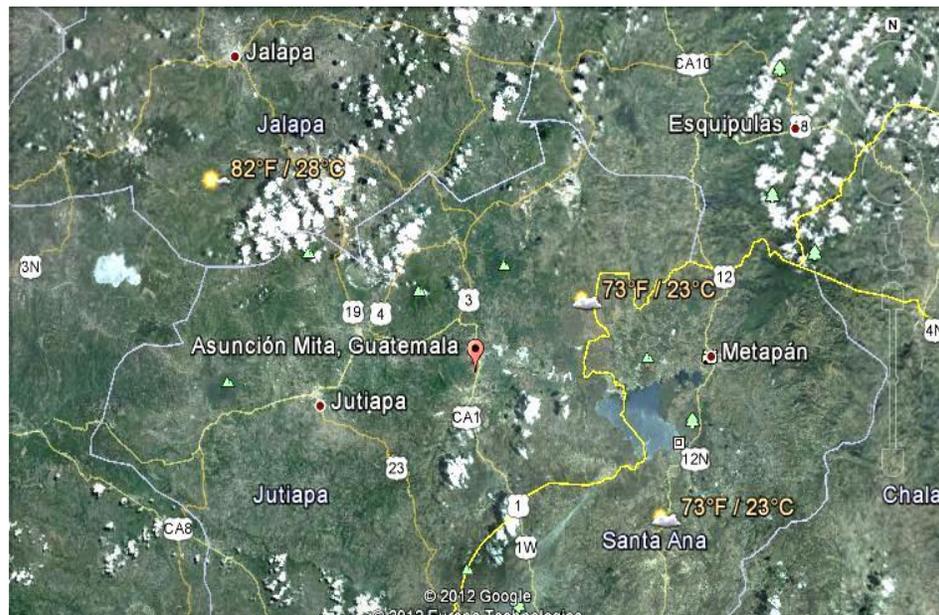
2.1.1. **Ubicación del municipio de Asunción Mita**

El municipio de Asunción Mita, se encuentra situado en la parte este del departamento de Jutiapa, en la región IV o región sur-oriental. Se localiza en la latitud 14° 19' 58" y en la longitud 89° 42' 34".

Limita al norte con los municipios de Santa Catarina Mita y Agua Blanca (Jutiapa); al sur con los municipios de Atescatempa, Yupiltepeque (Jutiapa) y con la República de El Salvador; al oeste con los municipios de Jutiapa y Yupiltepeque (Jutiapa); y al este con la República de El Salvador.

Cuenta con una extensión territorial de 476 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 470,05 metros sobre el nivel del mar, por lo que su clima es generalmente cálido. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad de Jutiapa es de 30 kilómetros.

Figura 3. **Ubicación de Asunción Mita, Jutiapa**



Fuente: Google Earth. Municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

La municipalidad es de segunda categoría, cuenta con una Villa que es la cabecera Municipal Asunción Mita, 36 aldeas, 73 caseríos y el paraje Estero San Juan.

Figura 4. **Municipalidad de Asunción Mita**

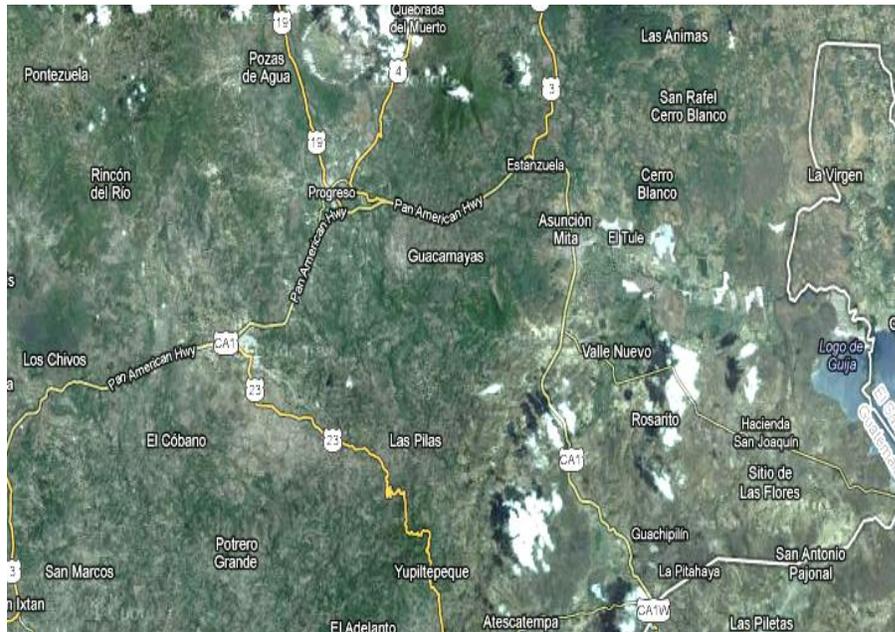


Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

Vías de comunicación:

Por la carretera Interamericana CA-1 en dirección al oeste, desde Asunción Mita hay unos 28 kilómetros, hacia la cabecera departamental y municipal de Jutiapa, mientras que en dirección sur son aproximadamente 20 kilómetros a San Cristóbal Frontera, en el límite con El Salvador. Así mismo, cuenta con veredas y roderas que unen municipios entre sí y con poblados y propiedades rurales. También se puede comunicar por la vía férrea, que tiene las estaciones del ferrocarril: Anguiatú y Estación Mita. (Ver figura 5).

Figura 5. **Vías de comunicación de Asunción Mita**



Fuente: Mapas de Google.

2.1.2. Características del municipio de Asunción Mita

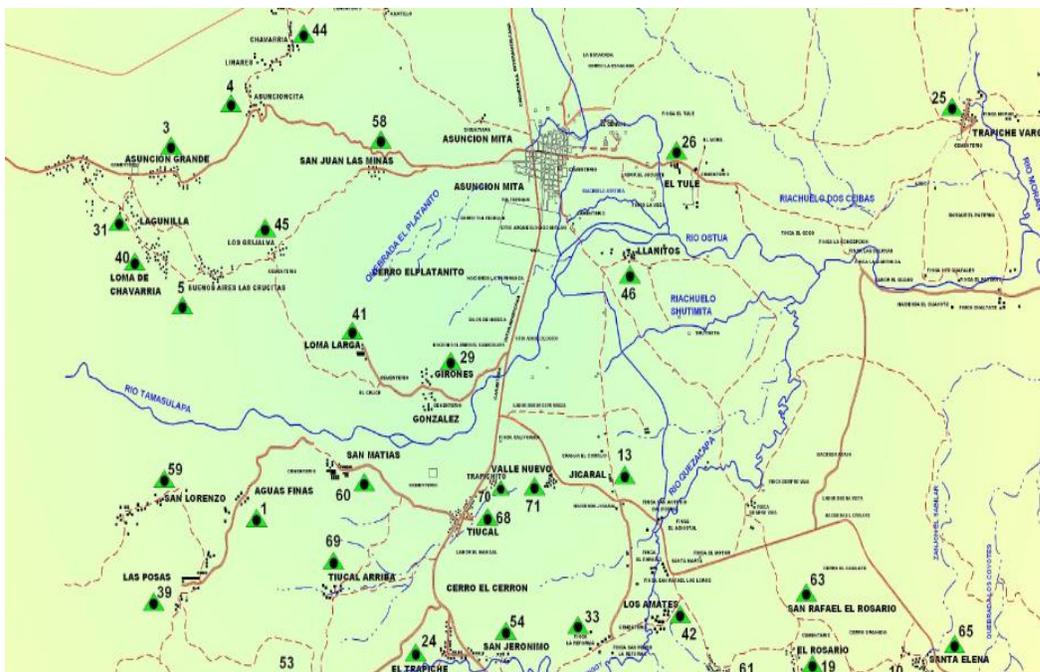
Sus tierras son ricas en maderas, aguas y pastos. En ellas se cultivan con los mejores resultados: añil, algodón, chile, caña de azúcar y otros ramos, así como los granos básicos que son el frijol y el maíz, café, tabaco y arroz.

Asunción Mita se distingue especialmente por sus grandes haciendas de ganado vacuno y caballo, así como por una planta procesador de leche que figura entre las principales del país.

En lo que se refiere a la producción artesanal, se trabajan muebles de madera, instrumentos musicales, artículos de cuero, teja y ladrillo de barro.

Asunción Mita se encuentra ubicado en una planicie al sur del río Ostúa o Grande de Mita y al norte del río Tamazulapa. Es atravesado por el riachuelo Ataicinco. Son varios los ríos que bañan sus terrenos, siendo los más importantes: Ostúa, Mongoy, Tamazulapa, La Virgen y Tiucal. Así mismo, cuenta con varios riachuelos como: Ataicinco, Agua Caliente, El Riíto, Las Marías, Las Piletas y otros. Como parte importante de su hidrografía, está la laguna de Güija, la cual tiene una tercera parte de su extensión dentro de este municipio.

Figura 6. Territorio de Asunción Mita, Jutiapa



Fuente: Oficina Municipal de Planificación, Asunción Mita.

Entre sus servicios, cuenta con un Centro de Salud en la cabecera municipal y Puestos de Salud en algunas aldeas, donde se da asistencia médica a las comunidades de todo el municipio; cuenta con servicio de

seguridad; Compañía de Bomberos Voluntarios para la atención de accidentes, desastres o emergencias; entre otros.

2.1.3. Población del municipio de Asunción Mita

La población del municipio se dedica entre otras, principalmente a actividades como:

- La agricultura
- La ganadería
- La porcicultura
- La avicultura

Tabla I. Demografía de Asunción Mita

CONCEPTO	2002	2004	2008	2010
POBLACIÓN URBANA	10 823	11 039	11 364	11 472
POBLACIÓN RURAL	36 958	37 697	38 105	38 675
POBLACIÓN TOTAL	47 781	48 736	49 469	50 147

Fuente: Jefatura de Área de Salud, Ministerio de Salud Pública, departamento de Jutiapa, 2011.

En Asunción Mita se tiene un factor de crecimiento poblacional del 3% por año³, el manejo inadecuado de residuos sólidos perjudica a todos los habitantes del casco urbano del municipio y a los campesinos que se dedican a tareas agrícolas debido a los problemas en suelos degradados.

³ Jefatura de Área de Salud, Ministerio de Salud pública, Jutiapa.

2.1.4. Ubicación de relleno sanitario de Asunción Mita

Geográficamente el relleno sanitario municipal de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, se encuentra ubicado a 2,10 kilómetros del área urbana; se llega a él a través de la carretera Interamericana que conduce del casco urbano hacia el occidente, luego se toma el desvío que conduce hacia la finca El Salitre a través de 602 metros de una calle de terracería.

Figura 7. Ubicación geográfica del relleno sanitario, Asunción Mita



Fuente: Mapas de Google. Asunción Mita, Jutiapa.

2.1.5. Residuos sólidos producidos en Asunción Mita

Las actividades diarias generan una diversidad de residuos sólidos. En el caso de los residuos domésticos, esta diversidad comprende material desechado, envases o embalajes y restos orgánicos de alimentos.

Es importante tomar en cuenta que en América Latina, los residuos sólidos domésticos contienen en promedio 50% de residuos orgánicos y alcanzan hasta 80% en localidades menores, urbano-marginales o rurales. En este punto se aplican las prácticas de minimización (reúso de envases, reciclaje de materiales, segregación) con el fin de reducir la cantidad de residuos generados.

En el basurero municipal de Asunción Mita, llega un aproximado de 750 metros cúbicos de residuos sólidos semanales, producidos por 2 381 familias que solicitan el servicio de recolección, y vehículos particulares que de igual manera llegan a depositar basura⁴.

Tabla II. **Porcentaje de residuos sólidos generados en Asunción Mita**

Componentes	Porcentaje
Materia Orgánica	68
Papeles y Cartones	10
Plásticos	8
Textiles	2
Escoria, cenizas, lozas	2
Metales	2
Vidrios	2
Otros	6
Total	100

Fuente: Municipalidad de Asunción Mita, Manejo de Residuos Sólidos 2012.

⁴ Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad de Asunción Mita 2012.

Los factores de que depende la composición de los residuos son relativamente similares a los que definen el nivel de generación de los mismos. Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos ítems como los de la tabla anterior.

Cabe mencionar que no produce la misma cantidad residuos orgánicos la clase relativamente alta, con mayor poder adquisitivo y dotado con todos los servicios municipales, que la clase media y baja ubicada en zonas urbanas más alejadas o urbanas con deficiencias.

Existen los residuos sólidos peligrosos, aquellos que por sus características inherentes pueden dañar la salud humana o ambiental y, por lo tanto, deben tener un manejo adecuado. Entre estos, se tiene a los residuos infecciosos provenientes de establecimientos de salud (su generación puede variar de 0,5 a 1,5 kilogramos por cama por día)⁵, aquellos provenientes de actividades productivas con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, cuya generación es sumamente variable y depende del tipo de proceso empleado, de la materia prima y de los insumos.

2.1.5.1. Tipos de residuos sólidos generados

Asunción Mita es un municipio en constante desarrollo y crecimiento, y por lo tanto cada día se produce mayor cantidad de residuos sólidos; las características y componentes de los residuos son las mismas que se presentan en los municipios del país de Guatemala, pero difieren en volumen. Siendo la mayor cantidad de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario municipal de origen orgánico.

⁵ Jefatura del Área de Salud, Ministerio de Salud pública, Jutiapa.

La PPC (Producción per cápita) es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían; cambia de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros elementos, como los períodos estacionales y las actividades predominantes también afectan la PPC.

Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente expresión:

$$P_R = \frac{DS_r \text{ en una semana}}{Pob * dias * Cob}$$

Dónde:

P_R = Producción por persona por día (Kg/persona/día).

DS_R = Cantidad de residuos sólidos recolectados en una semana (kg/sem).

Pob = Población total (o personas).

7 = Días de la semana.

Cob = (% de recolección).

Para el caso del municipio de Asunción Mita, se realizó una estimación tomando en cuenta los siguientes datos:

DS_r = 198 000 kg/semana (El tren de aseo recoge aproximadamente 660 m³ de basura semanalmente y tomando en cuenta que la densidad de la basura suelta es de 300 kg/m³)

Pob = 50 147 personas (Ver tabla I).

Cob = 88%

$$P_R = \frac{198\,000 \text{ kg /semana}}{50\,147 \text{ per} * 7 \text{ días} * 88\%}$$

$$P_R = 0,64 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \text{ Habitante}$$

Indicando por lo tanto, que la producción per cápita en el municipio de Asunción Mita, es de 0,64 kilogramos / día por persona, de una población total de 50 147 personas.

Tabla III. **Generación de residuos sólidos por clase social**

Nivel Socioeconómico	Porcentaje (%)	PPC (kg/hab/día)
Alto	20,5	1,07
Medio Alto	34,1	0,85
Medio Bajo	31,6	0,65
Bajo	13,7	0,57
Valor Medio		0,77

Fuente: presentación de política para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios (CONAMA)

La cantidad de residuos generados es diferencial según los grupos sociales (área de residencia y posición económica): la clase alta se caracteriza por generar mayor cantidad y con alto porcentaje de residuos reciclables de alto valor comercial; mientras que las clases media y baja generan menor cantidad y con menor proporción de residuos de alto valor de venta.

2.1.5.2. Agentes generadores de residuos sólidos

Esto incluye los residuos domiciliarios, comerciales, de establecimientos educativos, de clínicas, sanatorios y hospitales.

Tabla IV. **Clasificación de los residuos sólidos municipales según su origen**

Origen	Actividades donde se generan los residuos	Tipos de residuos Producidos
Residencial	Residencias unifamiliares y multifamiliares.	Desechos de alimentos, desperdicios, cenizas, etc.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, oficinas, hoteles, almacenes, talleres mecánicos, instalaciones médicas.	Desechos de alimentos, desperdicios, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos ocasionalmente peligrosos.
Municipal	Igual a los anteriores.	Igual a los anteriores.
Industrial	Construcción, fabricación, manufacturas ligeras y pesadas, refinerías, plantas químicas, madera, minería, etc.	Desechos de alimentos, desperdicios, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales y desechos peligrosos.
Áreas Libres	Calles, avenidas, parques, terrenos baldíos, campos deportivos, etc.	Desechos especiales, desperdicios.
Plantas de tratamiento	Proceso de tratamiento de aguas residuales, domésticos e industriales.	Lodos.

Continuación de la tabla IV.

Agropecuarios	Cultivos, cría de ganado, etc.	Desechos de alimentos descompuestos, desechos de la agricultura y desechos peligrosos.
----------------------	--------------------------------	--

Fuente: Municipalidad de Asunción Mita. Manejo de Residuos Sólidos 2012.

2.1.6. Información adicional acerca del servicio

Para el manejo de adecuado de los residuos sólidos es necesario tomar en cuenta los servicios de los cuales este depende, como la recolección y el transporte de los mismos.

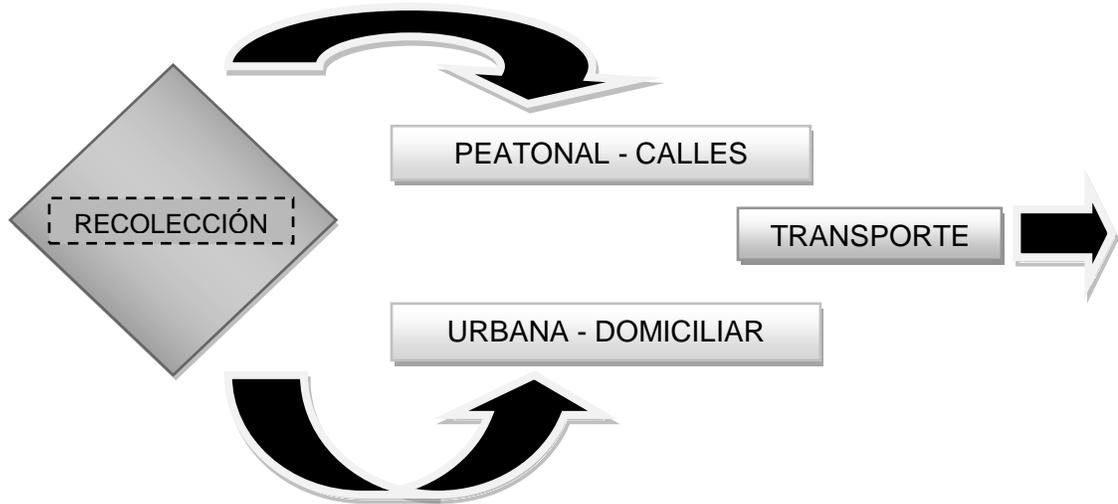
2.1.6.1. Recolección

Existen 2 285 familias en el casco urbano y 96 familias en 6 comunidades aledañas que solicitan el servicio de recolección de basura; haciendo un total de 2 381 familias que utilizan el servicio⁶. La recolección de los residuos sólidos se complementa con servicios de limpieza de calles y áreas públicas.

Al relleno sanitario de Asunción Mita, llega un aproximado de 750 metros cúbicos de residuos semanalmente en total, lo que quiere decir que se producen aproximadamente 107 metros cúbicos de basura diariamente. El 88% (660 metros cúbicos) de los residuos que llegan lo hacen a través del servicio de recolección, y lo demás llega a través de vehículos particulares.

⁶ Oficina Municipal de Planificación, municipalidad de Asunción Mita 2012.

Figura 8. **Flujograma de recolección de residuos sólidos**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita. Manejo de residuos sólidos 2010.

Tabla V. **Porcentaje de hogares con servicio de tren de aseo en Asunción Mita**

Sin tren	Con tren	No especificado
12,22	87,78	0,00

Fuente: Municipalidad de Asunción Mita, departamento de Jutiapa 2012.

2.1.6.2. Transporte

Se presta el servicio de transporte de residuos sólidos comunes en residencias, comercios, mercados, industrias, áreas públicas, entre otras. El tipo de transporte que se utiliza es camión de 8 metros cúbicos. Este tipo de camión no cuenta con una cubierta que resguarde a los residuos de manera adecuada al ser trasladados hacia el relleno sanitario municipal, provocando

así malos olores y esparcimiento de los residuos en el transcurso de su camino. Se brinda el servicio de transporte de los residuos a 2 381 familias del municipio; el camión cargado con los residuos sólidos llega al relleno sanitario y los deposita en la orilla de este (ver figura 9).

Figura 9. **Transporte de residuos sólidos de Asunción Mita**



Fuente: basurero municipal de Asunción Mita.

El transporte de los residuos está estrechamente ligado con la recolección de los mismos, así como de su disposición final; la Municipalidad de Asunción Mita ha sido siempre la encargada de brindar el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos.

El camión realiza diariamente 16 viajes al basurero; en el casco urbano se recoge la basura 3 veces por semana, y en el área rural 2 veces por semana. Se transporta un aproximado de 130 metros cúbicos de residuos diarios (5 días a la semana), haciendo un total de 660 metros cúbicos semanalmente.

2.1.7. Efectos de los residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden afectar la salud de las personas por contacto directo e indirecto sobre su organismo; y es uno de los principales contaminantes en el medio ambiente. Lamentablemente, la mayoría de las actividades que el ser humano desempeña son generadoras de desechos.

El problema principal consiste en la cantidad de desechos producidos; en la mayoría de las ocasiones no se cuenta con los espacios suficientes para recibirlos, ni con el tratamiento adecuado como método de prevención de la contaminación que de ellos se produce.

2.1.7.1. Efectos directos

Los desechos o basura producen condiciones inadecuadas para la vida al degradar el ambiente, aumentando la cantidad de agentes patógenos, es decir, de microorganismos causantes de enfermedades, así como la presencia de materias tóxicas que pueden generar gases que ocasionan daños a la piel, las vías respiratorias, irritación en los ojos y alergias, aparte de los efectos repulsivos a la vista y al olfato.

Existe un flujo semanal de aproximadamente 750 metros cúbicos de material orgánico que llega al relleno sanitario municipal (incluye tren de aseo 88% y vehículos particulares 12%), que causa una elevada producción de

bacterias termófilas, las cuales generan gases y vapores. Dichos gases pueden llegar a producir irritación al sistema respiratorio de las personas, animales y daño a la capa de ozono.

La calidad del aire que se respira en el casco urbano del municipio de Asunción Mita también ha venido siendo de menor calidad, debido a la polución que generan los gases que se emiten al quemar material contaminante como: tubos neumáticos, plásticos, duroport u otros materiales no biodegradable con elevado potencial inflamable, cuyas partículas viajan a través del viento hasta llegar a contaminar el ambiente del área urbana.

En el relleno sanitario de Asunción Mita, existe un grupo de personas que viven a expensas de la selección, clasificación y venta de materiales para el reciclaje. Estas personas en su mayoría, son mujeres solteras con 3 a 5 hijos menores de 8 años de edad. Las condiciones de vida a las que están expuestas estas personas son míseras, rodeados de un ambiente contaminado y dañino para la salud, con una elevada probabilidad de padecer problemas respiratorios o de la vista.

La mayor cantidad de residuos urbanos que llegan al vertedero son de origen orgánico e inorgánico. El manejo apropiado de las materias, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos tiene como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales.

2.1.7.2. Efectos indirectos

Los residuos sólidos desordenados resultan un buen hábitat para plagas, al brindarles fuentes estables de alimento y condiciones de vida a ratas, mosquitos, cucarachas, moscas y otras alimañas que transmiten al ser humano enfermedades tales como: peste bubónica, tifus, rabia, disentería, enfermedades del tracto digestivo, fiebre amarilla, dengue, encefalitis, tuberculosis, leptospirosis y otras.

En el relleno sanitario municipal de Asunción Mita se puede identificar una elevada sobrepoblación de animales, plagas, como: zopilotes (*Coragyps atratus*), ratas (*Ratus norvergicus* y *Ratus ratus*) y sanates (*Quixcalus mexicanus*). Este tipo de animales se les considera como plagas indeseables e indicadores de contaminación ambiental en las áreas donde se encuentran.

2.1.8. Tratamiento de residuos sólidos

El procesamiento de los residuos mediante métodos físicos, químicos o biológicos se realiza con el fin de reducir su volumen o características de peligrosidad, entre otros objetivos. Los métodos con mayor perspectiva de aplicación en la región son el compostaje, la lombricultura y la incineración.

La decisión sobre la implantación de alguno de estos sistemas es resultado de un análisis profundo y sistemático, que toma en cuenta las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la comunidad. Es importante destacar que estas opciones no son soluciones finales ni definitivas. En todos estos procesos se generan residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

2.1.8.1. Residuos sólidos orgánicos

La mayor cantidad de residuos que se generan en el municipio son residuos orgánicos de fácil descomposición. La cantidad de materia orgánica que se recoge y llega al relleno municipal es bastante considerable, pero en su mayoría esta materia va acompañada de otros residuos, por lo que su clasificación se hace indispensable.

Por parte de la municipalidad se han realizado algunos estudios para el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos, pero han tenido poca relevancia y no se les ha brindado el seguimiento necesario, por lo que los problemas en el relleno sanitario municipal no han sido disipados. Para la clasificación de los residuos orgánicos y su posible tratamiento a través del compostaje, se ha brindado trabajo a las personas que viven y dependen del relleno sanitario municipal; pero algunas personas han estado renuentes a esta ayuda y por lo tanto no se logra el tratamiento óptimo de toda la materia orgánica, o por lo menos de un buen porcentaje de ella.

2.1.8.2. Residuos sólidos inorgánicos

Son casi 18 personas adultas y 8 niños menores de 12 años que viven a expensas de la recolección de basura, estas personas seleccionan algunos materiales que utilizan para la venta, percibiendo así una pequeña cantidad de dinero debido a lo poco que pagan las empresas recicladoras. Entre los materiales que se seleccionan hay botes plásticos de todos tamaños y volúmenes, vidrio, aluminio, hierro y alambre. El resto del material que va quedando, se empuja hacia un barranco. Esta parte que se vota a este barranco está compuesta en con más del 80% de materia orgánica, cuyos

lixiviados (en su mayoría tóxicos) caen directamente al manto freático de esta área.

Por parte la Municipalidad de Asunción Mita, los residuos sólidos orgánicos no reciben ningún tratamiento en el relleno sanitario. Pero si se ha buscado trabajar con empresas que se dediquen a transportar materiales de reciclaje; cuya venta generara beneficios económicos para la municipalidad, y con lo cual se disminuirá la cantidad de residuos sólidos en el relleno; pero esto aún no se ha concretado.

2.1.9. Disposición final de residuos sólidos

La disposición final de los residuos también es responsabilidad de la Municipalidad de Asunción Mita, disponiendo de un relleno sanitario destinado al vuelco de los residuos urbanos recolectados diariamente. El resto de desechos sólidos, que no son recolectados por la municipalidad o por los servicios privados de recolección, encuentran su destino final en los terrenos baldíos, barrancos, calles, etc.

El relleno sanitario municipal constituye un basurero a cielo abierto, donde se dispersan todos los residuos domiciliarios juntos: materia orgánica, plásticos, pilas, vidrios, latas y otros, sin tener en cuenta los diferentes tiempos de descomposición de cada elemento, la toxicidad de algunos de ellos (como las pilas) y el volumen que ocupan ciertos materiales. Sobresale aquí la presencia de numerosos animales sueltos (cerdos, caballos y vacas) y personas de diferentes edades que diariamente remueven los residuos, sin el control por parte del municipio. Además los residuos se van extendiendo desordenadamente ocupando superficies de sus inmediaciones.

Debido a la posición topográfica y altitud en la que se encuentra el relleno, los gases y humo que se genera de él llegan al casco urbano del municipio debido a los vientos que ventilan de noreste a suroeste. Creando mala calidad en el oxígeno que se respira a nivel de casco urbano y comunidades aledañas al relleno municipal.

En un estudio realizado por la OPS (Organización Panamericana de la Salud) en 33 ciudades, se determinó que en 57% de ellas la basura va a parar a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semi-controlados. El 14% restante corresponde a residuos vertidos en botaderos clandestinos y a la disposición en las vías públicas donde no hay recolección. Se debe reconocer, sin embargo, que esto ocurre solo en algunas grandes ciudades que por su tamaño producen desviaciones estadísticas, lo que puede conducir a un optimismo exagerado; la situación en general —y en especial al interior de los países— no es tan positiva. Para la disposición final de los residuos peligrosos, es común la eliminación en las denominadas celdas de seguridad o en sistemas de confinamiento similares bajo tierra.

2.1.10. Recursos brindados por la Municipalidad de Asunción Mita

El acelerado deterioro del medio ambiente en los últimos años ha preocupado enormemente a la sociedad en general; uno de los elementos que está contribuyendo a ese deterioro es la producción a gran escala de la basura, el cual se encuentra en diferentes ciudades, lugares, sitios, sin ningún tipo de control, trayendo por lo consiguiente una contaminación al medio ambiente, tomando en cuenta que muchas veces para deshacerse de la misma se procede a quemarla, produciendo altos contenidos de gases que contaminan el aire; al estar expuesta directamente al suelo, todos los residuos líquidos se filtran hacia el suelo contaminando el manto freático; mucha de esta basura es

arrastrada por las corrientes de agua en época de invierno llevándola a los drenajes, arroyos, ríos y finalmente son depositadas en el mar donde su proceso de degradación es muy tardado.

Mucha de la basura es tirada en botaderos clandestinos normalmente a entradas o salidas de las poblaciones produciendo una contaminación visual y trayendo una mala imagen a la población y a sus autoridades.

El problema de la basura es muy complejo, porque abarca varios puntos de análisis dentro de los cuales están: la educación y cultura de la sociedad, la explosión demográfica, los hábitos alimenticios, falta de infraestructura, (terrenos aptos) la falta de participación de la iniciativa privada (concesiones), falta de recursos económicos para la implementación de programas, a esto hay que agregar que el problema no se espera que se presente, el problema ya está y se viene dando desde hace muchos años, la generación es diaria y a grandes volúmenes.

La Municipalidad de Asunción Mita, tienen conciencia de la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos en el municipio; pero sus intentos por mejorar la situación de los mismo, han sido fallidos, puesto que no se les ha brindado la atención debida y el seguimiento necesario. Se han buscado soluciones, mas no se han implementado de manera satisfactoria; la falta de concientización a la población es una de las problemáticas más importantes, ha hecho que la generación de residuos sea incontrolada y desordenada.

3. PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO, EN EL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE ASUNCIÓN MITA

3.1. Clasificación de residuos sólidos orgánicos

Consiste en la clasificación de los residuos sólidos a través de las posibilidades de tratamiento de estos. Se tomara en cuenta solamente los residuos sólidos urbanos, los cuales son producidos por los habitantes del municipio de Asunción Mita, y comprenden, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, restos de actividades agrícolas, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso es el de los residuos domiciliarios.

3.2. Análisis del adecuado tratamiento de residuos sólidos orgánicos

Se tratará a los residuos sólidos orgánicos a través de la producción de abono, la cual puede ser por compostaje o lombricompostaje, se buscará la mejor alternativa.

3.2.1. Compostaje

El compostaje es un proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable rápidamente (residuos municipales, excremento de animales, residuos agrícolas, etc.), permitiendo obtener compost, resultando ser un excelente abono para la agricultura. El

compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Figura 10. **Compost**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

3.2.1.1. Propiedades

El compost mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

3.2.1.2. Materiales

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Productos de origen agrícola
 - ✓ Paja de cereales
 - ✓ Restos de maíz y de cualquier planta herbácea
 - ✓ Restos de plantas hortícolas (coles, lechugas, etc.)
 - ✓ Cultivos industriales
 - ✓ Cosechas de baja calidad: paja vieja o humedecida, etc.
 - ✓ Cáscaras de frutos secos y del arroz
 - ✓ Frutas deterioradas o retiradas del mercado
 - ✓ Desechos de almacenes horto-frutícolas
 - ✓ Subproductos de industrias agro-alimentarias
 - ✓ Restos de cosechas de invernaderos
 - ✓ Corteza de pino, de árboles, etc.
 - ✓ Ramas de poda.

Figura 11. **Desechos de cultivo de maíz**



Fuente: desechos de cultivo de maíz en Asunción Mita.

Figura 12. **Frutos deteriorados**



Fuente: mercado central de Asunción Mita.

Figura 13. **Corteza de pino**



Fuente: basurero de Asunción Mita.

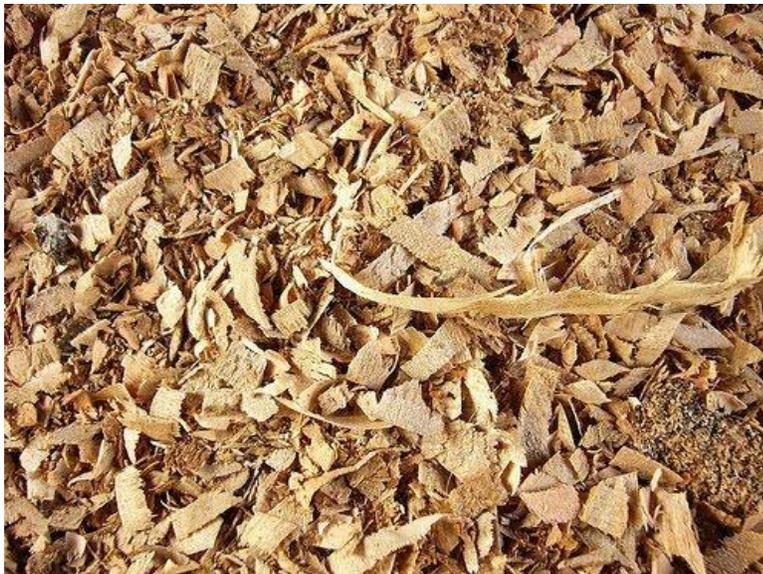
- Productos de origen industrial
 - ✓ Subproductos de extractos vegetales de la industria farmacéutica
 - ✓ Subproductos de la destilación de vegetales para la fabricación de licores.
 - ✓ Cáscara y residuo del cacao
 - ✓ Residuos de café
 - ✓ Subproductos de la industria del vino, de la cerveza, del aceite
 - ✓ Lodo de depuradoras biológicas de industrias agro-alimentarias
 - ✓ Filtros deteriorados de industrias alimentarias
 - ✓ Lodos de depuradora de industrias variadas, papeleras, etc.
 - ✓ Subproductos de aserraderos.

Figura 14. **Residuos de café**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

Figura 15. **Desechos de aserradero**



Fuente: desechos de aserraderos en Asunción Mita

- Productos de origen urbano
 - ✓ Restos de poda y de limpieza de jardines
 - ✓ Lodos de depuradoras urbanas
 - ✓ Lodos de albañales
 - ✓ Residuos sólidos urbanos
 - ✓ Residuos de mercados de frutas y verduras.

Figura 16. **Restos de poda de jardín**



Fuente: restos de poda de jardín en calles de Asunción Mita.

Figura 17. **Residuos urbanos**



Fuente: basurero municipal de Asunción Mita.

- Productos de origen animal
 - ✓ Estiércol
 - ✓ Gallinaza
 - ✓ Pelo animal, piel, lanas, plumas, etc.
 - ✓ Residuos de mataderos.

Figura 18. **Gallinaza**



Fuente: gallinero en domicilio de Asunción Mita.

Figura 19. **Estiércol**



Fuente: basurero municipal de Asunción Mita.

3.2.1.3. Proceso

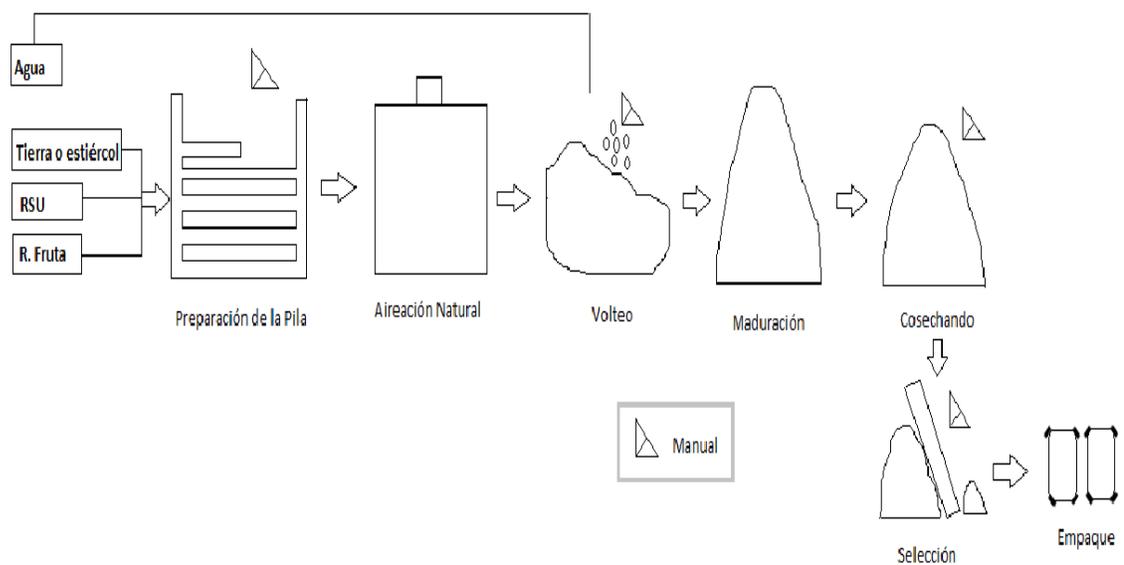
El proceso se da en composteras, en este caso serán piletas de cemento. Tiene la particularidad de ser un proceso que se da con elevadas temperaturas, puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- Mesolítico: la masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.
- Termofílico: cuando se alcanza una temperatura de 40 grados Celsius, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 grados Celsius estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento: cuando la temperatura es menor de 60 grados Celsius, reaparecen los hongos termófilos que reinvaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 grados Celsius los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- De maduración: es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

El manejo de los residuos en descomposición dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar. Normalmente se voltea cuando

han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 3-4 meses se obtiene un compost joven pero que puede emplearse para el abonado de plantas.

Figura 20. **Proceso de Compostaje**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.4. **Costos**

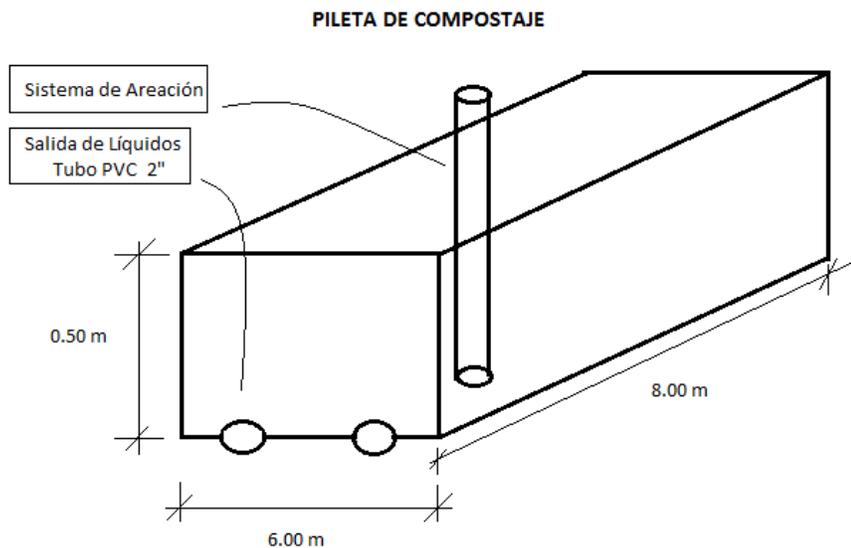
A continuación se encontrarán desglosados los costos necesarios para la implementación y puesta en marcha de la propuesta de elaboración de abono orgánico a través del compostaje.

3.2.1.4.1. Costos de inversión

Infraestructura (Piletas):

Se construirán 3 piletas de compostaje, que consta de tres hileras de block de dimensiones: 6,00 x 8,00 con 0,50 metros de altura, con chimenea PVC para aireación y oxidación. Las trincheras tendrán la capacidad de procesar hasta 72 metros cúbicos de residuos orgánicos que llegan al basurero municipal. El costo total de construcción de las trincheras es de Q38 000,00.

Figura 21. Pileta de compostaje



Fuente: elaboración propia.

Maquinaria y equipo:

La maquinaria y el equipo utilizados se desglosan de la siguiente manera:

Tabla VI. **Resumen costos de maquinaria y equipo para compostaje**

TIPO	CANTIDAD	COSTO	
Carretillas (Ver fig.22)	3 unidades	Q	1 440,00
Palas	1/2 docena	Q	306,00
Azadones	1/2 docena	Q	288,00
Bieldos	1/2 docena	Q	180,00
Rastrillos	4 unidades	Q	104,00
Bomba (Matabi) (Ver fig.23)	1	Q	600,00
Caretas con filtros (Ver fig.29)	3	Q	500,00
Guantes (Ver fig.29)	6 pares	Q	102,00
Regaderas de metal (3gal)	5	Q	425,00
Overoles de trabajo (Ver fig.29)	3	Q	1 800,00
Botas de hule (Ver fig.29)	6 pares	Q	450,00
Plástico de recubrimiento de piletas	Varios	Q	320,00
Depósito para agua Talischte (1,100lt) (Ver fig.24)	1	Q	1 200,00
Báscula (1qq – 10qq)	1	Q	3 195,00
Termómetros digital con punta de aluminio (Ver fig.26)	3	Q	1 155,00
Hidrómetros (Ver fig.27)	3	Q	1 734,00
Máquina para coser sacos (manual) (Ver fig.28)	1	Q	4 300,00
TOTAL		Q	18 099,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Carretilla para traslado de residuos**



Fuente: <http://www.tramontina.com.br/productos/14418-carretilla-caja-metalica-honda>.
Consultado el 15 de enero de 2012.

Figura 23. **Bomba irrigadora**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

Figura 24. **Depósito para agua**



Fuente:

http://www.talishte.com.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=26&lang=es. Consultado el 15 de enero de 2012.

Figura 25. **Báscula**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

Figura 26. **Termómetro digital**



Fuente: http://www.projar.es/productos/producto_detalle/761/34/termometro-con-sonda-fija-de-acero-inoxidable-de-120-mm-de-longitud-mod5989. Consultado el 15 de enero de 2012.

Figura 27. **Hidrómetro**



Fuente: <http://www.bitmax.es/index.php?cPath=62&osCsid=rwrorlrgtwsrafcu>. Consultado el 15 de enero de 2012.

Figura 28. **Máquina para coser sacos**



Fuente: Municipalidad de Asunción Mita.

Figura 29. **Equipo de protección**



Fuente: <http://www.seguridadinteligente.com/proteccion-industrial.html>.

Consultado el 15 de enero de 2012.

3.2.1.4.2. Costos de operación

Materia prima directa:

Residuos sólidos orgánicos:

No tienen costo alguno, ya que se utilizaran los del basurero municipal.

Agua:

Se utiliza un aproximado de 6,2 metros cúbicos de agua cada 3 días para 3 piletas en total; esto da un consumo total de agua de 216 metros cúbicos de agua mensualmente.

Empagua indica que:

Los consumidores situados en un rango bajo tienen un costo bajo, en tanto que quienes se sitúan en un rango alto tienen un costo alto. Entre más alto es el rango, mayor es el precio del agua, porque mayor es el precio por metro cúbico del líquido.

Los usuarios situados en el primer rango (consumo de 1 a 20 metros cúbicos de agua) tienen un costo de Q 1,12 por metro cúbico. En cambio, los usuarios situados en el quinto rango (mayor de 121 metros cúbicos) tienen un costo de Q 5,60 por metro cúbico.

El valor total que el consumidor paga por el agua tiene, además del componente variable determinado por el rango de consumo, otros dos componentes: el valor del alcantarillado, y el costo fijo.

El valor del alcantarillado es un valor proporcional del 20% sobre el costo del agua (según el rango) y el costo fijo, que es siempre y en cualquier caso de Q 16,00. Esto explica por qué, aunque no se consuma agua, siempre hay un costo.

Empagua ha publicado una tabla, que permite conocer ese rango y el precio que corresponde a ese rango. La tabla es la siguiente:

Tabla VII. **Precio del servicio de agua por rangos de consumo**

Rango de consumo por metro cúbico	Precio del metro cúbico (No incluye IVA)	(+) Alcantarillado sobre total de consumo	(+) CARGO FIJO (No incluye IVA)
1 a 20	Q 1,12	20%	Q 16,00
21 a 40	Q 1,76	20%	Q 16,00
41 a 60	Q 2,24	20%	Q 16,00
61 a 120	Q 4,48	20%	Q 16,00
121 a más	Q 5,60	20%	Q 16,00

Fuente: <http://www.muniguate.com/index.php/empagua/25-temas/1714-consumoservicioagua>.

Consultado el 12 de diciembre de 2011.

Con la información anterior se obtiene:

Si se utilizan 216 metros cúbicos de agua a un precio de Q5,60/m³ + 20% de alcantarillado sobre total de consumo + Q16,00 de cargo fijo = Q1 467,52 mensuales.

Energía eléctrica:

Debido a que el trabajo que se realiza en el proceso de compostaje no requiere la utilización de mucha de energía eléctrica, se estipula que se tendrá un consumo mensual de 200 kilowatt-hora aproximadamente⁷, con un valor de Q311,64 mensuales.

Saco para embalaje:

El precio de un costal que sea de segunda mano para 50 kilogramos es de Q1,70. Si se tiene una producción de 1 615 quintales de abono orgánico (Compost) mensualmente, entonces se utilizarán o comprarán un aproximado de 1 650 costales por Q1,70, da como resultado un costo de Q2 805 mensuales.

Tierra negra:

Se utilizará tierra negra en el proceso de compostaje, aproximadamente 390 quintales cada cuatro meses para las tres piletas que se tendrán, con un costo de Q189,00 mensuales.

Mano de obra directa:

Tres personas mayores de edad, que trabajaran en jornada diurna y que tendrán las siguientes funciones:

- Clasificación de la materia orgánica.
- Manejo de planta.
- Pesado y envasado del compost.

⁷MORALES, Juan. Ing. Electricista. Taller electromecánico, Planta Hidroeléctrica los Esclavos.

Al personal se le pagará el sueldo mínimo actual que es de Q68,00 por día, y mensual de Q2 318,00 incluyendo bonificación; siendo este para tres personas da un total de Q6 954,00 mensuales.

3.2.1.4.3. Costos totales

Se resumen de la siguiente manera:

Tabla VIII. **Resumen costos de inversión de compostaje**

CONCEPTO	COSTO	
Infraestructura	Q	38 000,00
Maquinaria y Equipo	Q	18 099,00
TOTAL	Q	56 099,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resumen costos de operación de compostaje**

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO DE OPERACIÓN (MENSUAL)	
MATERIA PRIMA DIRECTA:			
Residuos Sólidos Orgánicos	750 m ³	Q	-
Agua	216 m ³	Q	1 467,52
Energía Eléctrica	200 kwh	Q	311,64
Sacos para Embalaje	6,500	Q	2 805,00
Tierra Negra	390qq	Q	189,00

Continuación de la tabla IX.

MANO DE OBRA DIRECTA:			
Personal Encargado de la Planta	3	Q	6 954,00
TOTAL		Q	11 727,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Costo total de compostaje**

CONCEPTO	COSTO TOTAL	
Costo de Inversión	Q	56 099,00
Costo de Operación	Q	11 727,16
TOTAL	Q	67 826,16

Fuente: elaboración propia.

3.2.1.5. Análisis financiero

La capacidad instalada de las 3 trincheras de compostaje, es de 72 metros cúbicos, se llenará el 75% de la capacidad total de las piletas, procesando 54 metros cúbicos de residuo sólido orgánico, este se reduce un 35% produciendo 35,1 metros cúbicos de compost (abono orgánico).

Tomando en cuenta la densidad de la basura compacta que es de 400 kilogramos/metros cúbicos, entonces la producción estimada es de 14 040 kilogramos; se hace la conversión a quintales y da como resultado 6 548,4

quintales en 4 meses; quiere decir que la producción mensual es de 1 615 quintales.

Se realizará el análisis utilizando el punto de equilibrio financiero, donde:

- $Costo\ Total = CF + CV$

$$CV = CV(\text{unitario}) * Q(\text{cantidad})$$

- $Ingreso\ Total = Precio * Q(\text{cantidad})$

$$PE = Ingreso\ Total = Costo\ Total$$

$$Precio * (Q) = CF + CVu * (Q)$$

$$Q = \frac{CF}{(P - CVu)}$$

Utilizando la ecuación anterior y con los datos siguientes se puede encontrar el punto de equilibrio:

Costos variables: (Por unidad)

- Materia prima directa (residuos sólidos) = Q0,00

$$\text{Costo total x unidad} = Q0,00$$

Costos fijos:

- Mano de obra = Q6 954,00

- Agua = Q1 467,52

- Energía eléctrica = Q311,64

- Sacos para embalaje = Q2 805,00

- Tierra = Q 189,00

$$\text{Costo fijo total} = Q11 727,16$$

Tomando en cuenta que la Municipalidad de Asunción Mita, desea que el abono orgánico producido por compostaje tenga un precio de Q35,00 el quintal, obteniendo así el mayor beneficio para los agricultores y un lugar en la competencia del mercado.

Entonces:

$$Q(\text{unidades}) = \frac{(Q11\,727,16)(4\text{meses})}{Q35,00}$$

$$Q(\text{unidades}) = 1\,340 \text{ qq en cuatro meses.}$$

Concluimos que se deben vender y fabricar más de 1 340qq de abono orgánico, para poder empezar a generar utilidades; esto en 4 meses que dura el proceso de compostaje, esto es un promedio de 335qq mensuales.

3.2.1.5.1. Precio de venta

La Municipalidad de Asunción Mita desea que el precio que se maneje para el abono orgánico, elaborado con el sistema de compostaje sea de Q35,00 el quintal. Tomando el precio como una de las ventajas competitivas, y debido a que es un proyecto que busca sobretodo el beneficio económico para los habitantes de la población que deseen adquirir el producto. Se brinda un abono orgánico a bajo precio que pueda competir en el mercado en precio y calidad.

3.2.1.5.2. Demanda

Como se mostró a través del análisis del punto de equilibrio, la demanda del abono debe ser mayor a 335 unidades (qq) mensuales, para que se

empiecen a generar utilidades; tomando en cuenta que las personas dedicadas a la agricultura son potenciales compradores, siendo estos mismos la mayoría en el municipio.

3.2.1.6. Ventajas

Si se utiliza solamente el sistema de compostaje para la realización del abono orgánico, se obtendría de una manera más rápida el mismo. La inversión que se debe realizar es relativamente menor.

3.2.1.7. Desventajas

Con este sistema la calidad del abono orgánico sería menor, por lo que no se le estaría ofreciendo a la población la calidad deseada del producto.

3.2.2. Lombricompostaje

El lombricompost resulta del proceso de descomponedor que lleva a cabo cierto tipo de lombrices. El proceso inicia cuando la lombriz se alimenta de cualquier sustrato o desecho orgánico biodegradable y lo transforma en humus (materia orgánica bien descompuesta).

Figura 30. **Lombricompost**



Fuente: basurero municipal de Asunción Mita.

3.2.2.1. Propiedades

A través del lombricompostaje se obtiene un humus de mejor calidad, este abono no solo aporta nutrientes a las plantas, sino que también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo.

Se amplía la disponibilidad de nutrimentos asimilables por las plantas. Se eleva el pH del suelo, básicamente por la acción de las leguminosas. Se incrementa la movilización de nutrimentos que las plantas requieren para su crecimiento. Se renueva la estructura del suelo y, con ello, se conserva la humedad. Se mantiene una cobertura vegetal aceptable, la cual reduce la erosión. Se favorece la actividad de los microorganismos del suelo.

3.2.2.2. Materiales

Para producir lombricompost se puede utilizar cualquier material orgánico, que no esté contaminado. De igual manera que en el compost serán residuos orgánicos generados de actividades agrícolas, urbanas, industrial y animal.

El principal actor en el proceso de lombricompostaje es la lombriz. Las características más importantes que debe tener la lombriz para este proceso son:

- Capacidad de vivir en grandes grupos de individuos con poco espacio.
- Buena adaptación a un amplio rango de temperatura y humedad.
- Poco instinto migratorio, para que no tiendan a moverse hacia otros lugares.
- Alta tasa reproductiva, para que se multipliquen en poco tiempo.
- Alta capacidad de producir humus con el sustrato que comen.
- Larga vida de los individuos.

En el continente americano, la más utilizada ha sido la llamada lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), por lo que para esta investigación, será la lombriz seleccionada en el lombricompostaje.

Cada lombriz pesa alrededor de un gramo y convierte aproximadamente el 60% de su peso en humus. Una lombriz adulta y sana puede llegar a tener hasta 1 500 crías por año. Se puede decir que un criadero de lombrices puede duplicarse cada 30 o 45 días.

Figura 31. **Lombriz Coqueta Roja**



Fuente: <http://undergroundbugs.blogspot.com>. Consultado el 3 diciembre de 2011.

3.2.2.3. Proceso

Existen muchas formas de establecer una lombricompostera. Se construirán piletas de cemento. El proceso debe cumplir con algunas etapas para su éxito:

- Preparación del sustrato orgánico: antes de que las lombrices se alimentan del material orgánico, es necesario que se descomponga por un tiempo para que pueda ser digerido por ellas. El material simplemente se deja podrir naturalmente durante cuatro u ocho semanas (precompostado).
- Mezcla de lombriz con el sustrato orgánico: cuando el sustrato orgánico está pre-descompuesto se agregan las lombrices con un poco de sustrato

listo. Como el proyecto está iniciando, el número de lombrices inicialmente será pequeño, pero éste irá aumentando enormemente en cuestión de meses.

- Alimentación de la lombriz: Es el factor de mayor importancia para el cultivo de lombrices, ya que de éste depende la supervivencia y buena reproducción de las mismas y la calidad del lombricompost. Durante un tiempo, la lombriz se alimenta de los sustratos orgánicos y los convierte en humus de lombriz o lombricompost. En este período, la lombriz además de alimentarse, se reproduce en el sustrato.

Puede utilizarse cualquier desecho orgánico, excepto aquellos que puedan tener parásitos compatibles con el hombre, como son los excrementos de mascotas o que puedan contener metales pesados. Lo más común es utilizar estiércol de ganado estabulado o de engorda porque se genera en grandes volúmenes y es de buena calidad. El estiércol no debe ser demasiado viejo porque afecta la calidad del compost, pero si está demasiado fresco puede afectar a las lombrices porque se genera fuerte calor y el pH no es el adecuado, por lo que puede ser necesario darle un precompost humedeciéndolo y aireándolo por aproximadamente 20 días, después de lo cual está listo para usarse como alimento.

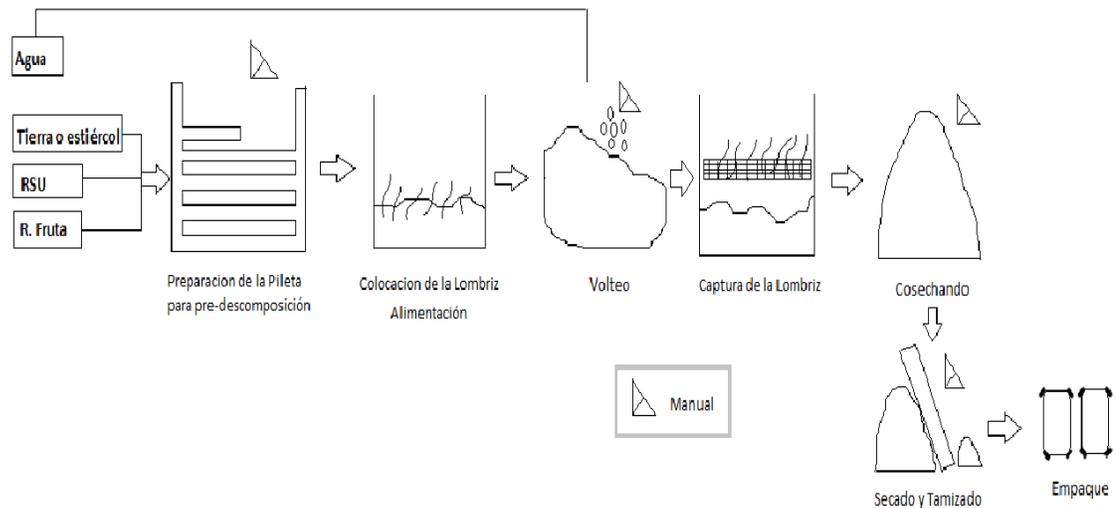
El objetivo es que el estiércol se estabilice en un pH 7,5 a 8, humedad 80 % y temperatura de 18 a 25 grados centígrados. Se coloca una capa de 10 centímetros de alimento húmedo sobre la cama (pila) al inicio y sobre éste se incorporan las lombrices, en número aproximado de 1 000 lombrices por metro cuadrado, agregando capas de alimento iguales cada 10 a 15 días, hasta tener una altura de 30 a 50 centímetros

aproximadamente, entre los 4 a 6 meses el lombricompost está listo para cosecharse.

- Captura de la lombriz y recolección del abono listo: una vez que el material orgánico se ha convertido en humus, debe separarse la lombriz del abono; para ello se coloca material orgánico precompostado fresco en trampitas hechas con cedazo a la par del material que contiene la lombriz, ellas se moverán hacia donde hay comida, dejando el abono o lombricompost que ya estará listo para ser utilizado.
- Secado y tamizado del abono: luego que las lombrices han abandonado el abono o lombricompost, este puede ser secado. Posteriormente si se quiere, puede ser tamizado, para darle una mejor presentación. El abono estará listo para ser aplicado a las plantas en macetas o en los cultivos en el campo.

Todo el proceso puede durar entre 4 en condiciones ideales y 6 meses dependiendo del material orgánico.

Figura 32. **Proceso de lombricompostaje**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.4. **Costos**

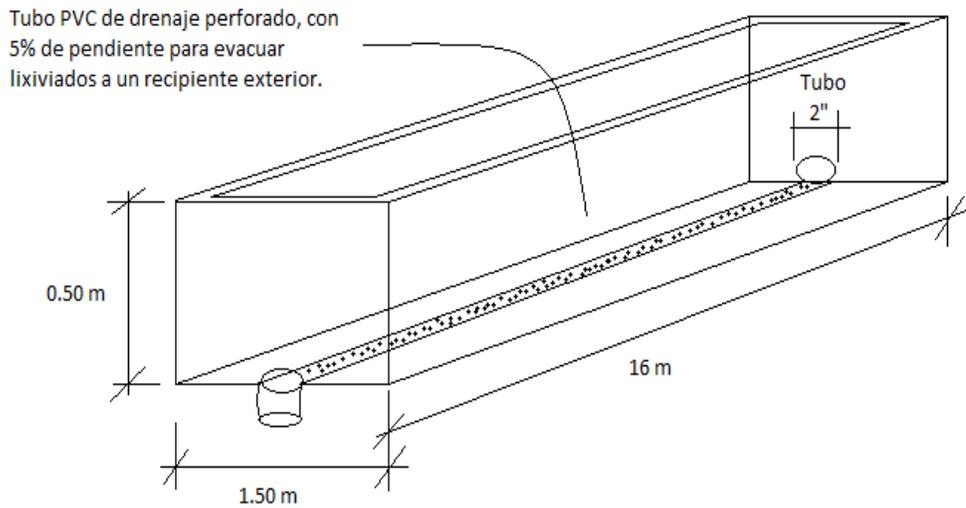
Se desglosarán todos los gastos que son necesarios realizar, para la producción de abono orgánico, mediante el lombricompostaje.

3.2.2.4.1. **Costos de inversión**

Infraestructura (Piletas):

Se construirán 6 piletas de lombricompostaje, fabricada con block, de dimensiones de: 1,5 x 16 metros con una altura de 0,50 metros. En las piletas se tendrá la capacidad de procesar hasta 72 metros cúbicos. El costo total de construcción de las piletas es de Q60 000,00.

Figura 33. **Pileta de lombricompostaje**



Fuente: elaboración propia.

Maquinaria y equipo:

La maquinaria y el equipo utilizados son los mismos que se utilizan en el sistema de compostaje, aunque algunos varían en sus cantidades. El desglose de sus costos es el siguiente:

Tabla XI. **Resumen costos de maquinaria y equipo para lombricompostaje**

TIPO	CANTIDAD	COSTO
Carretillas (Ver fig.22)	4 unidades	Q 1 920,00
Palas	1/2 docena	Q 306,00
Azadones	1/2 docena	Q 288,00
Bieldos	1/2 docena	Q 180,00
Rastrillos	4 unidades	Q 104,00
Bomba (Matabi) (Ver fig.23)	1	Q 600,00
Caretas con filtros (Ver fig. 29)	3	Q 500,00
Guantes (Ver fig.29)	6 pares	Q 102,00
Regaderas de metal (3gal)	5	Q 425,00
Overoles de trabajo (Ver fig.29)	3	Q 1 800,00
Botas de hule (Ver fig.29)	6 pares	Q 450,00
Plástico de recubrimiento de piletas	Varios	Q 320,00
Depósito para agua Talishte (1,100lt) (Ver fig.24)	1	Q 1 200,00
Báscula (10qq) (Ver fig.25)	1	Q 3 195,00
Termómetros digital con punta de aluminio (Ver fig.26)	3	Q 1 155,00
Hidrómetros (Ver fig.27)	3	Q 1 734,00
Máquina para coser sacos (manual) (Ver fig.28)	1	Q 4 300,00
TOTAL		Q 18 579,00

Fuente: elaboración propia.

Lombriz Coqueta Roja:

Se necesita la cantidad de lombrices que puedan procesar 54 metros cúbicos de material orgánico. Para este caso 54 metros cúbicos es igual a 21 600 000g, por lo que de lombrices se utilizará y comprará la octava parte del total de material orgánico a procesar, dándonos un valor de 2 700 000.

El precio de la lombriz coqueta roja por millar es de Q36,00, se compraran 3 millones dándonos un costo de Q1 080,00 mensuales.

Cabe mencionar que la compra de la lombriz se realizará una sola vez, debido a la facilidad de esta para reproducirse, tiende a hacerlo cada 30 a 45 días.

3.2.2.4.2. Costos de operación

Materia prima directa:

Residuos sólidos orgánicos:

No se tiene ningún costo, ya que se utilizarán los residuos que llegan al basurero municipal.

Agua:

Se utiliza un estimado de 3,6 metros cúbicos de agua cada 3 días para 6 piletas en total; esto da un consumo total de agua de 216 metros cúbicos de agua mensualmente. De la Tabla X (Precios del servicio de agua) obtenemos que para 216 metros cúbicos de agua se tiene un precio de Q5,60/m³ + 20% de

alcantarillado sobre total de consumo + Q16,00 de cargo fijo, dando como resultado un costo de agua de Q1 467,52 mensuales.

Saco para embalaje:

El precio de un costal o saco, que sean de segunda mano para 50 kilogramos es de Q1,70 cada uno.

Si se tiene una producción de 994 quintales de abono orgánico (lombricompost) mensualmente, entonces se utilizarán y se comprarán un aproximado de 1 050 costales por Q1,70, da como resultado un costo de Q1 785,00 mensuales.

Energía eléctrica:

Debido a que el trabajo que se realiza en el proceso de lombricompostaje no requiere la utilización de grandes cantidades de energía eléctrica, se estipula que se tendrá un consumo mensual de 200 kilowatt-hora aproximadamente⁸, con un valor de Q311,64 mensuales.

Tierra negra:

Se utilizará tierra negra en el proceso de lombricompostaje, aproximadamente 400 quintales cada seis meses para las seis piletas que se tendrán, con un costo de Q190,00 mensuales.

⁸ MORALES, Juan. Ing. Electricista. Taller electromecánico, Planta Hidroeléctrica los Esclavos.

Mano de obra directa:

Cuatro personas mayores de edad, trabajando en jornada diurna y que tendrá las siguientes funciones:

- Clasificación de la materia orgánica.
- Transferencia del precompostaje hacia las piletas de producción de lombricompostaje.
- Manejo de la Planta.
- Pesado y Envasado del Lombricompostaje (abono orgánico).

Al personal se le pagará el sueldo mínimo actual que es de Q68,00 por día, y mensual de Q2 318,00 incluyendo bonificación; siendo este para cuatro personas da un total de Q9 272,00 mensuales.

3.2.2.4.3. Costos totales

Los costos totales serán especificados en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla XII. **Resumen costos de inversión de lombricompostaje**

CONCEPTO	COSTO	
Infraestructura	Q	60 000,00
Maquinaria y Equipo	Q	18 579,00
Lombriz Coqueta Roja	Q	1 080,00
TOTAL	Q	79 659,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Resumen costos de operación de lombricompostaje**

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTOS DE OPERACIÓN (MENSUAL)
MATERIA PRIMA DIRECTA:		
Residuos Sólidos Orgánicos	750 m ³	Q -
Agua	216 m ³	Q 1 467,52
Energía Eléctrica	200kwh	Q 311,64
Sacos para Embalaje	6 000	Q 1 785,00
Tierra Negra	400qq	Q 190,00
MANO DE OBRA DIRECTA:		
Personal Encargado de la Planta	4	Q 9 272,00
TOTAL		Q 13 026,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Costo total de lombricompostaje**

CONCEPTO	COSTO TOTAL
Costos de Inversión	Q 79 659,00
Costos de Operación	Q 13 026,16
TOTAL	Q 92 685,16

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.5. Análisis financiero

La capacidad instalada de las 6 piletas de lombricompostaje, es de 72 metros cúbicos, si solamente se llenarán las piletas en un 75%; entonces se procesarán 54 metros cúbicos de residuo sólido orgánico, este se reduce un 40% produciendo 32,4 metros cúbicos de lombricompostaje (abono orgánico).

Con una densidad de basura compacta de 400 kilogramos/metros cúbicos, la producción estimada es de 12 960 kilogramos, se realiza la conversión a quintales y da como resultado 5 961,6 quintales en un máximo de 6 meses; quiere decir que nuestra producción mensual es de 994 quintales.

Se realizará el análisis utilizando el punto de equilibrio financiero, donde:

- $Costo\ Total = CF + CV$

$$CV = CV(\text{unitario}) * Q(\text{cantidad})$$

- $Ingreso\ Total = Precio * Q(\text{cantidad})$

$$PE = Ingreso\ Total = Costo\ Total$$

$$Precio * (Q) = CF + CVu * (Q)$$

$$Q = \frac{CF}{(P - CVu)}$$

Utilizando la ecuación anterior y con los datos siguientes podemos encontrar nuestro punto de equilibrio:

Costos variables: (Por unidad producida)

- Materia prima directa (residuos sólidos) = Q0,00

$$\text{Costo total x unidad} = Q0,00$$

Costos fijos:

- Mano de obra = Q9 272,00
- Agua = Q1 467,52
- Energía eléctrica = Q311,64
- Sacos para embalaje = Q1 785,00
- Tierra = Q190,00

Costo fijo total = Q13 026,16

Tomando en cuenta que la Municipalidad de Asunción Mita, desea que el abono orgánico producido por el sistema de lombricompostaje tenga un precio de Q50,00 el quintal, obteniendo así el mayor beneficio para los agricultores y un lugar en la competencia no solo en calidad sino también en precios del mercado.

Entonces:

$$Q(\text{unidades}) = \frac{(Q13\ 026,16)(6\text{meses})}{Q50,00}$$

$$Q(\text{unidades}) = 1\ 563\ \text{qq semestralmente.}$$

Se concluye que se deben vender y fabricar más de 1 563 quintales de abono orgánico, para poder empezar a generar utilidades, esto es en seis meses que es lo que dura el proceso, quiere decir que se debe vender un promedio de por lo menos 261 quintales mensuales.

3.2.2.5.1. Precio de venta

La Municipalidad de Asunción Mita desea que el precio que se maneje para el abono orgánico, elaborado con el sistema de lombricompostaje sea de Q50,00 el quintal. Se decidió este precio tomando en cuenta las posibilidades de la Municipalidad para brindarlo, ya que en sus proyectos busca que el mayor beneficio económico sea siempre para los habitantes del municipio, ofreciéndoles el mejor precio y la mejor calidad en abono orgánico, al alcance de sus manos.

3.2.2.5.2. Demanda

A través del análisis del punto de equilibrio se determinó que la demanda del abono orgánico producido por lombricompostaje, debe ser mayor a 261 unidades (qq) mensuales, para poder empezar a generar utilidades.

En cuanto a la demanda de fertilizante para cultivos extensivos, por parte de la población miteca en general, es importante mencionar que las personas que se dedican a la agricultura son potenciales compradores de un abono orgánico de excelente calidad, y el abono realizado con lombricompostaje nos brinda la calidad requerida, por lo que la demanda claramente será mayor; además cabe mencionar que el precio fijado por la municipalidad es realmente bajo comparado con la competencia en el mercado.

3.2.2.6. Ventajas

Con la utilización del lombricompostaje como sistema de producción, puede hablarse del abono orgánico de mejor presentación, calidad y cotización en el mercado.

3.2.2.7. Desventajas

El tiempo de producción del abono orgánico a través del sistema de lombricompostaje, es más largo que el utilizado en el compostaje, y es un abono relativamente más caro en cuanto a costo y precio, pero cabe mencionar que la calidad del producto lo vale.

3.3. Selección de la mejor alternativa para la producción de abono orgánico de la mejor calidad

Definitivamente el sistema que brinda el abono orgánico de mejor calidad, es el lombricompostaje, aun cuando este tiene un costo más elevado sobre el otro sistema; además a través del punto de equilibrio se pudo analizar que el abono de lombricompostaje requiere menor número de ventas para empezar a obtener ganancias.

Se considera que siempre es necesario contar con las tres piletas de compostaje, así de esta forma los residuos pueden empezar el proceso en ellas, y luego ser trasladados a las piletas de lombricompostaje para que las lombrices terminen el proceso y brinden un abono orgánico de mejor calidad; esta metodología acelerará la producción de abono.

3.4. Beneficios de la propuesta

Como se podrá observar a continuación los beneficios de la propuesta son varios, lográndose obtener beneficios económico y sociales.

3.4.1. Beneficios económicos para la Municipalidad

- Renovación y preservación de sitios históricos y con belleza natural.
- Mejoramiento de imagen pública.
- Recuperación de terrenos para usos agrícolas, urbanos u otros, antes utilizados como vertederos de residuos.
- Aumento del turismo en la zona, como consecuencia de un entorno más limpio y de la existencia de garantías sanitarias.

3.4.2. Beneficios económicos para la población

- Debido a que es un proyecto realizado por la municipalidad, se puede garantizar para la población un producto (abono) más económico y de mayor calidad.
- Ahorro en costos por reutilización de residuos.
- Creación de fuentes de empleos, mayores ingresos y poder de compra de la fuerza laboral empleada en la construcción y operación de plantas de tratamiento.
- Disminución en los costos de salud, para tratar enfermedades causadas por los focos de infección que representan los vertederos clandestinos y aguas contaminadas.
- Disminución de costos de tratamiento de enfermedades respiratorias causadas por la contaminación atmosférica.

3.4.3. Beneficios ambientales

Los beneficios en la correcta implementación de un proyecto de tratamiento de residuos como este pueden ser:

- Acondicionamiento del suelo.
- Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Mejora la actividad biológica del suelo.
- Disminución de riesgos de contaminación al aire, al agua, al suelo, etc.
- Reducción de malos olores.
- Destrucción de patógenos.

3.4.4. Beneficios sociales

- Crecimiento económico del área involucrada, debido a la existencia de agua más limpia, aire más puro y un sistema controlado de disposición de residuos sólidos.
- Mejor calidad de vida para toda la población del municipio.
- Aumento en el potencial de crecimiento urbano de la zona, por la recuperación para estos usos, de zonas antes no aptas para el desarrollo urbano.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Método de compostaje a implementar

Se realiza la producción de abono orgánico a través del lombricompostaje, como medio importantísimo de reducción de residuos sólidos orgánicos; a través de éste proceso se logra la elaboración de un abono orgánico de excelente calidad.

Se contará con tres piletas llamadas piletas de compostaje en las cuales se realizará el precompost de los residuos sólidos; luego el material precompostado se trasladará a las piletas de lombricompostaje, para que la lombriz coqueta roja pueda empezar a producir el abono orgánico; logrando así que se aprovechen al máximo las instalaciones con las que se contará, obteniendo las mejores ganancias.

4.1.1. Metodología para la aplicación

Se trabajara con el sistema de lombricompostaje; se empezará el proceso de descomposición de los residuos en las piletas de compostaje, en un período de 2 a 3 meses los residuos semi-descompuesto se trasladarán a las piletas de lombricompostaje para que la lombriz coqueta roja proceda a comérselo y a producir el humus que será el abono orgánico que se necesita, el proceso tardará como máximo un período de 6 meses.

Se utilizarán las piletas con las especificaciones y dimensiones que se dieron en el capítulo 3, siendo estas 3 piletas para precompost y 6 piletas de lombricompostaje.

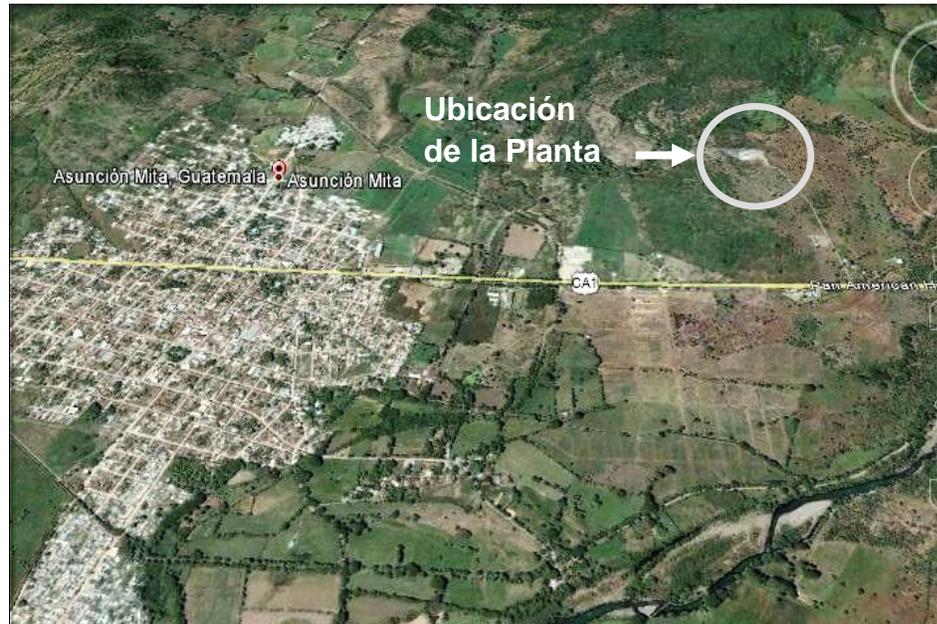
4.2. Ubicación de la planta de compostaje

Por decisión tomada por la municipalidad, la planta de compostaje estará ubicada dentro del relleno sanitario del municipal. (Ver figura 34).

4.2.1. Ubicación destinada por la Municipalidad para la planta de compostaje

El proyecto se ubicará a 2,10 kilómetros del casco urbano de la cabecera municipal de Asunción Mita, Jutiapa. Se llega a él a través de la carretera Interamericana que conduce del casco urbano hacia el occidente, luego se toma el desvío que conduce hacia la finca El Salitre a través de 602 metros de una calle de terracería. (Ver figura 34).

Figura 34. **Ubicación de la planta de lombricompostaje**



Fuente: Google Earth. Asunción Mita, departamento de Jutiapa, Guatemala.

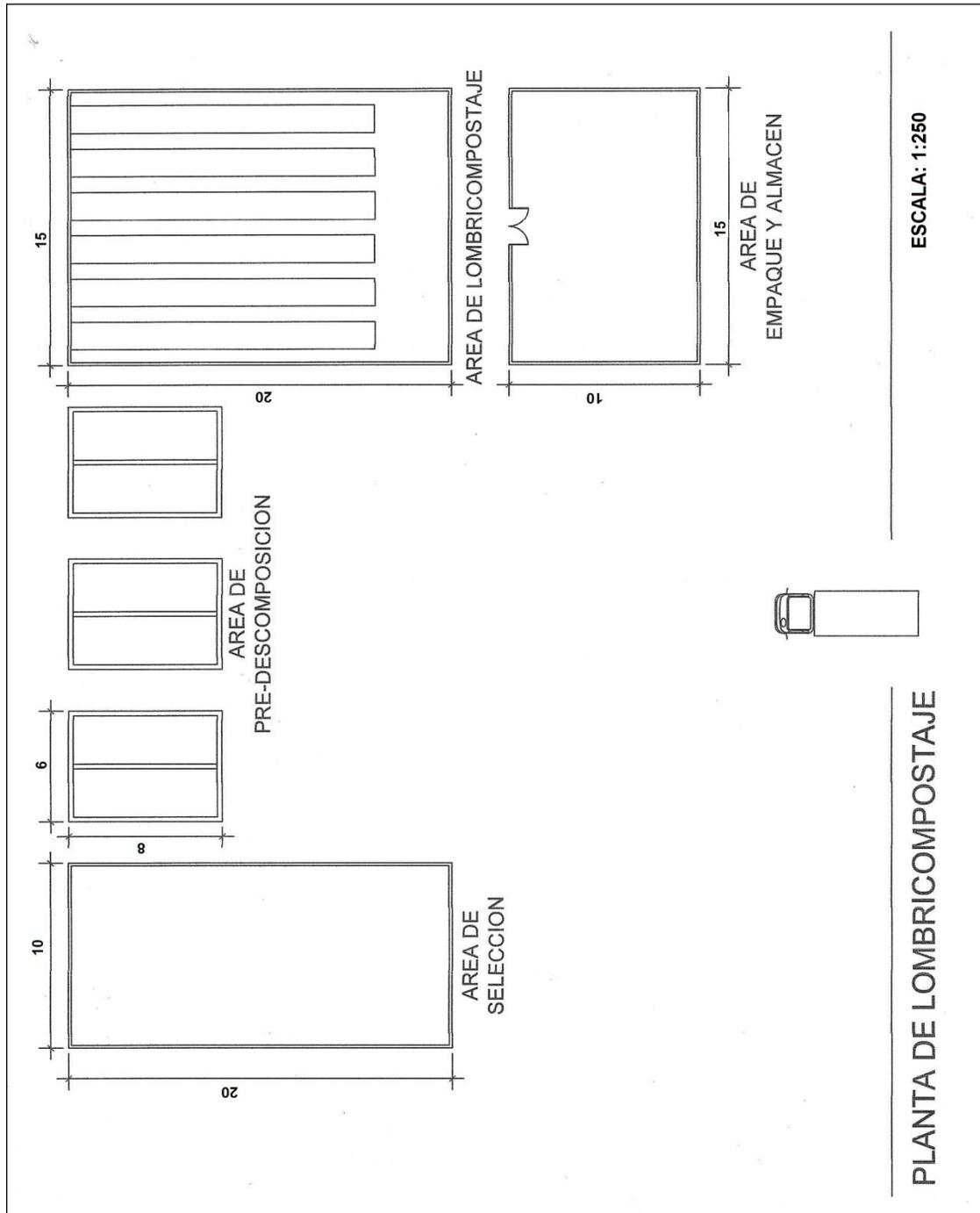
4.2.2. Descripción general de la planta

La planta contara con las instalaciones necesarias para llevar a cabo la producción de compostaje y lombricompostaje, consta de:

- Área de selección
- Tres piletas de compostaje
- Área de lombricompostaje
- Seis piletas de lombricompostaje
- Área de tamizado y embolsado del abono.

(Ver figura 35)

Figura 35. Plano de planta de lombricompostaje



Fuente: elaboración propia.

4.3. Análisis de costos de la planta de lombricompostaje

En el análisis de costos de la planta, solamente se tomarán en cuenta los costos de construcción de la galera de selección, la galera de lombricompostaje y la galera de tamizado y empaque; debido a que los costos de las piletas ya fueron determinados y tomados en cuenta en el capítulo anterior.

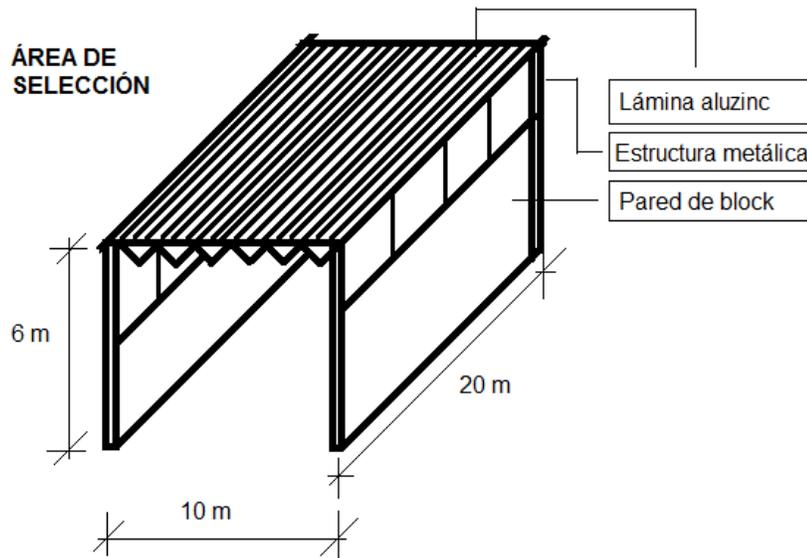
4.3.1. Costos de inversión de la planta de lombricompostaje

Los costos de inversión de la planta, incluyen los materiales, las herramientas utilizadas en la construcción de la infraestructura de la planta. Se dará el total de cada una de las obras que se realizarán, indicados de la siguiente manera:

Área de selección:

Se construirán una galera para la separación y selección de material orgánico e inorgánico, su estructura es de block y su techo de estructura metálica (semi-cerrada), se utilizará lamina aluzinc. Las dimensiones de la galera, serán de 10 x 20 metros y tendrá 6 metros de altura. El costo de construcción es de Q100 000,00.

Figura 36. Área de selección de residuos orgánicos

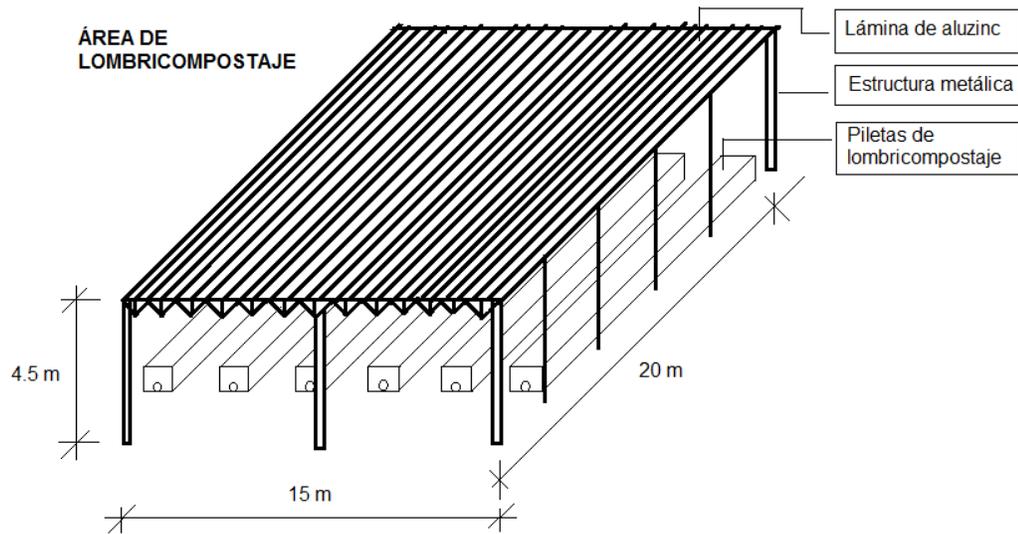


Fuente: elaboración propia.

Área de lombricompostaje:

Es una galera de 20 metros de largo por 15 metros de ancho con una altura de 4,5 metros, con techo de lámina aluzinc. El costo de la construcción es de Q78 000,00.

Figura 37. Área de lombricompostaje

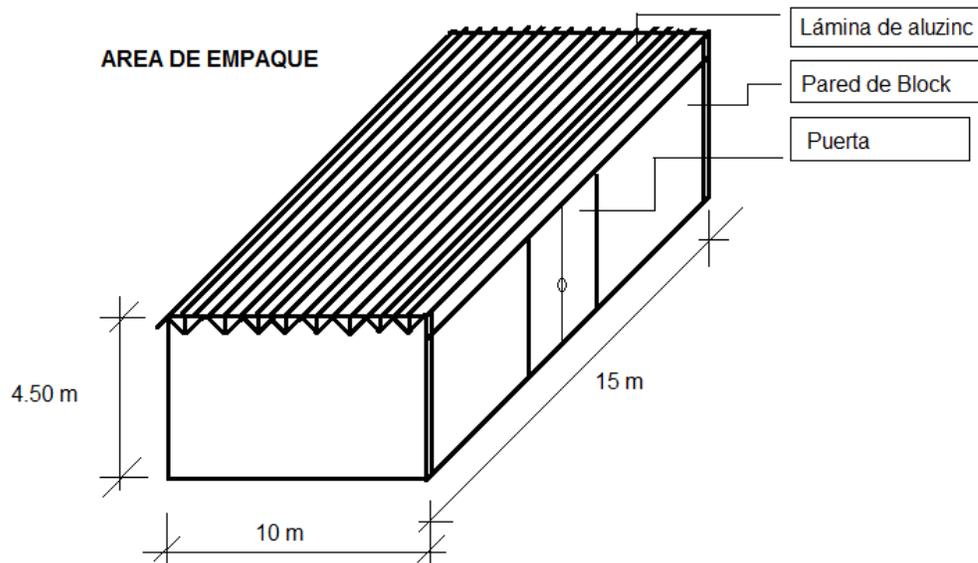


Fuente: elaboración propia.

Área de empaque:

En esta galera se realizará el tamizado, empaque y almacenamiento del abono orgánico de compostaje y lombricompostaje, tiene dimensiones de 15 metros de largo por 10 metros de ancho, con 4,5 metros de altura, cimientos de block y techo de lámina aluzinc. El costo de construcción es de Q75 000,00.

Figura 38. Área de empaque



Fuente: elaboración propia.

El total de los costos de inversión de la planta es de Q253 000,00.

4.3.2. Costo de operación de la planta de lombricompostaje

Solamente se toma en cuenta la mano de obra utilizada para la construcción de la planta, ya que los materiales y las herramientas están incluidos en los costos de inversión de la planta. Los constructores del proyecto cobran por obra realizada, trabajaran 5 albañiles, dando como resultado un costo total de operación de Q16, 000.00.

4.4. Costo total de la propuesta

Los costos totales del proyecto propuesto, incluyen:

- Costos de inversión y operación del sistema de compostaje.
- Costos de inversión y operación del sistema de lombricompostaje.
- Costos de inversión y operación de la construcción de la planta.
(Ver tablas XVIII y XIX)

Se debe tomar en cuenta que debido a que se realizará un solo sistema, aunque en dos parte, los gastos indicados en la tabla XIV (Capítulo 3) de Maquinara y equipo solamente se harán una vez en las cantidades necesarias para el lombricompostaje, puesto que la maquinaria y equipo utilizados en la producción del abono es el mismo para los dos sistemas, y para reducir costos se utilizarán las cantidades ahí indicadas. Con un total en costo de maquinaria y equipo de Q18 579,00.

El costo de mano de obra directa será siempre para cuatro personas, las cuales se encargarán del buen funcionamiento de la planta, con un costo de Q9 272,00 mensuales; y el costo de energía seguirá siendo de Q311,64 siempre para 200 kilowatt-hora, que es un estimado de la energía que se utilizará mensualmente.

En los costos totales de operación se incluirá la tasa de interés que debe pagarse por el financiamiento que otorgará CODEDE, por la puesta en marcha del proyecto; el pago total se realizará en año y medio, con una cuota mensual de Q3 500.00. (Ver Inciso 4.8)

4.4.1. Costos de inversión

Se incluyen todos los costos necesarios para la realización de la infraestructura de toda la planta de lombricompostaje.

Tabla XV. **Costos de inversión de la propuesta**

CONCEPTO	COSTO
Costo de inversión infraestructura (compostaje)	Q 38 000,00
Costo de inversión infraestructura (lombricompostaje)	Q 60 000,00
Costo de inversión de maquinaria y equipo	Q 18 579,00
Costo de Lombriz Coqueta Roja	Q 1 080,00
Costo de inversión de construcción de la planta	Q 253 000,00
TOTAL	Q 370 659,00

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Costos de operación

Se incluyen los todos los costos de operación de producción de lombricompostaje, tomando en cuenta la tasa de interés que debe pagarse por el financiamiento que se otorgó para el proyecto (a pagarse en año y medio).

Tabla XVI. **Costos de operación de la propuesta**

CONCEPTO	COSTO
Costo de operación de lombricompostaje	Q 13 026,16
Interés (12% anual) sobre financiamiento	Q 3 500,00
Costo de operación de construcción de la planta	Q 16 000,00
TOTAL	Q 32 526,16

Fuente: elaboración propia.

En realidad el costo total (inversión total) de la puesta en marcha de la propuesta se da de la sumatoria del costo total de inversión más el costo total de operación o construcción de la planta:

Costo total de inversión (CTI):

$$CTI = Q370\ 65,00 + Q16\ 00,00 = Q386\ 659,00$$

4.5. Proyección de Ingresos

La Municipalidad de Asunción Mita con total compromiso y capacidad se encargará de vender el 100% de lo que se produzca semestralmente, es decir que de la producción de 5 964 quintales de abono semestral se venderá su totalidad.

La tabla que se muestra a continuación recoge la información detallada de las ventas, con su respectivo flujo de efectivo anual proyectado para 5 años.

Tabla XVII. **Ingresos y egresos proyectados a 5 años**

FLUJO DE EFECTIVO					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CONCEPTO					
<u>INGRESOS</u>					
Ventas (kg)	548 688	548 688	548 688	548 688	548 688
Ventas (qq)	11 928	11 928	11 928	11 928	11 928
Precio de Venta (unitario)	Q50,00	Q50,00	Q50,00	Q50,00	Q50,00
Ventas Netas	Q596 400,00				
<u>EGRESOS</u>					
Costo Variable	Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00	Q0,00
Costo Fijo:					
Interés de Financiamiento 12% anual	Q42 000	Q21 000			
Sueldo de Operarios	Q148 352				
Agua	Q17 610				
Energía Eléctrica	Q3 740				
Tierra Negra	Q2 280				
Sacos para Embalaje	Q21 420				
Total Gastos	Q235 401,92	Q214 401,92	Q193 401,92	Q193 401,92	Q193 401,92
<u>GANANCIA</u>	Q360 998,08	Q381 998,08	Q402 998,08	Q402 998,08	Q402 998,08

Fuente: elaboración propia. Obtenido de costos de operación de lombricompostaje, capítulo 3.

Las cifras obtenidas representan beneficios significativos para la municipalidad, aun cuando se trate de un proyecto que busca que el mayor beneficio sea para los habitantes.

4.6. Resultados proyectados

Se proyectan los resultados que se obtendrán en un período de 5 años. Se realiza la evaluación a través del análisis del Valor Presente Neto.

Dónde:

Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR):

TMAR = Tasa pasiva + tasa de riesgo + ganancia

Tasa pasiva: del banco de Banco de Guatemala es de 3,73%, por utilización de capital propio.

Tasa de riesgo: es una reserva por eventualidades que puedan surgir en el desarrollo del proyecto, y se decidió que fuera del 5%.

Ganancia: es del 10%, para que sea mayor a la tasa líder del Banco de Guatemala.

TMAR = 3,73% + 5% + 10% = 18,73 %

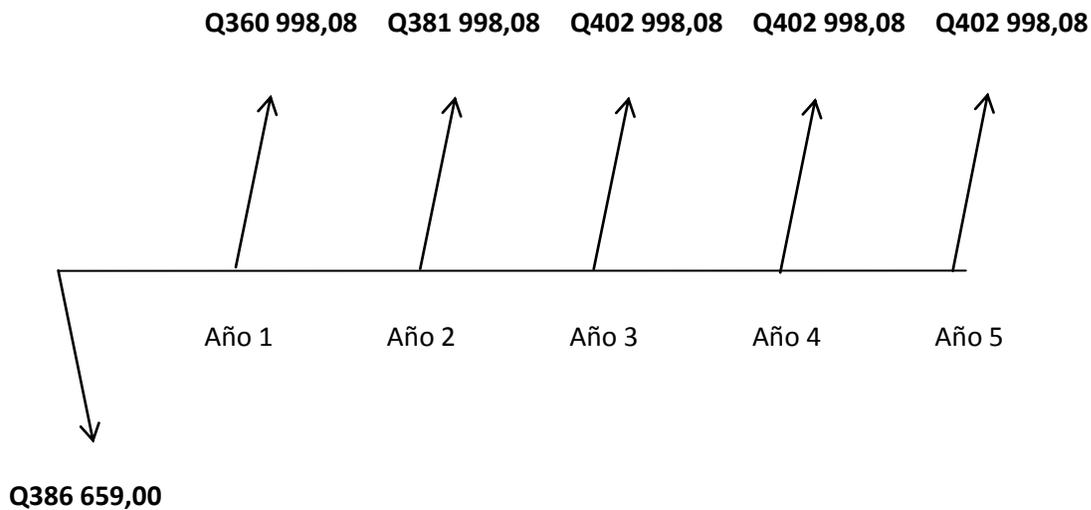
La tasa mínima atractiva de rendimiento tiene un crecimiento del 1% anual.

Tabla XVIII. **Flujo de efectivo de resultados proyectados**

Inversión Inicial	Q386 659,00
Flujo año 1	Q360 998,08
Flujo año 2	Q381 998,08
Flujo año 3	Q402 998,08
Flujo año 4	Q402 998,08
Flujo año 5	Q402 998,08

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Flujo de efectivo**



Fuente: elaboración propia.

Valor Presente Neto:

$$VPN = \frac{360\,998,08}{(1,1873)^1} + \frac{381\,998,08}{(1,1973)^2} + \frac{402\,998,08}{(1,2073)^3} + \frac{402\,998,08}{(1,2173)^4} + \frac{402\,998,08}{(1,2273)^5} - 386\,659$$

$$VPN = Q\,741\,135,71$$

Se calculó la Tasa Interna de Retorno como complemento de la evaluación del proyecto, para una proyección más clara de los resultados q se obtendrán:

Tasa Interna de Retorno:

$$TIR = \frac{360\,998,08}{(1+i)^1} + \frac{381\,998,08}{(1+i)^2} + \frac{402\,998,08}{(1+i)^3} + \frac{402\,998,08}{(1+i)^4} + \frac{402\,998,08}{(1+i)^5} - 386\,659$$

TIR = 93,841%

Como se puede observar el valor presente neto (VPN) brinda un dato positivo, y la tasa interna de retorno (TIR) comparándola con la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) sobre pasa el rendimiento mínimo requerido; por lo cual se puede decir que la propuesta proyecta resultados satisfactorios, que verifican la factibilidad del proyecto, generándose utilidades.

4.7. Aspectos financieros de la Municipalidad

La Municipalidad de Asunción Mita, cuenta con un presupuesto de Q60 000,00 que corresponden al desarrollo y puesta en marcha de este proyecto.

4.8. Opciones de financiamiento

Debido a que el presupuesto con el que cuenta la municipalidad no es suficiente, para cubrir los gastos de la puesta en marcha del proyecto, el Consejo Departamental de Desarrollo del departamento de Jutiapa será la entidad que brinde el financiamiento.

Consiente de los grandes beneficios que obtendría la población del municipio de Asunción Mita, CODEDE ha ofrecido un financiamiento de Q350 000,00 con una tasa de interés anual del 12%, el cual se pagará en año y medio de funcionamiento de la planta. Por lo que se cuenta con un presupuesto para el proyecto de Q410 000,00; el cual tomando en cuenta que el costo total de la propuesta es de Q386 659,00 resulta suficiente para llevar a cabo y poner en marcha el proyecto.

4.9. Forma de funcionamiento

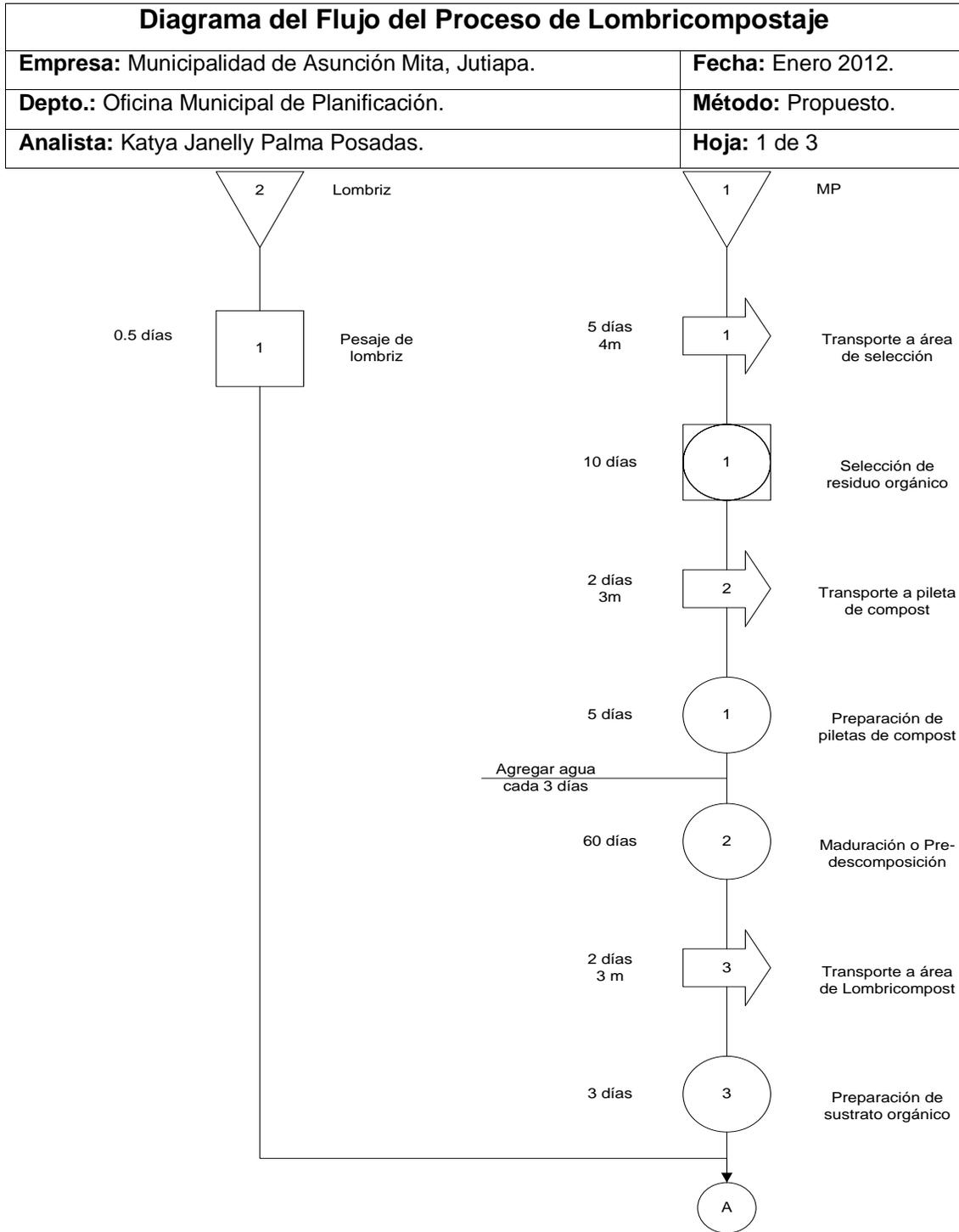
En la planta se producirá abono orgánico a través del lombricompostaje. El funcionamiento de la planta se dará de la siguiente manera:

- Selección de la materia orgánica, que servirá como la materia prima del proceso.
- Colocación de la materia orgánica en las piletas de compostaje, para que se inicie el proceso de descomposición. Se deja la materia previamente ordenada por un periodo de 30 días, antes de realizar el primer volteo de la misma, luego de este periodo se realizan volteos cada 15 días. En un máximo de tiempo de 3 meses se obtendrá la materia predescompuesta, que se trasladará a las piletas de lombricompostaje.
- Se trasladará la materia predescompuesta a las piletas de lombricompostaje, para que la lombriz coqueta roja se alimente y produzca humus (abono). La frecuencia de alimentación dependerá de la voracidad de las lombrices (aproximadamente cada semana); el sustrato sirve de alimento y de medio de vida para la lombriz.

- Recubrimiento de las piletas para evitar la evaporación (nailon) y para poder brindarle las mejores condiciones de trabajo a la lombriz, la cual trabaja a oscuras.
- Después de un período máximo de tres meses se obtiene la cosecha de lo producido por la lombriz (humus), que es el abono orgánico o lombricompost.
- Se regarán las piletas cada 3 o 5 días dependiendo del clima.
- Se realiza el secado, tamizado, y el empaque del abono que será en sacos de 1qq los cuales se cerrarán con una selladora manual.
- La comercialización del abono orgánico, estará a cargo de la municipalidad y de la Oficina Municipal de Planificación.

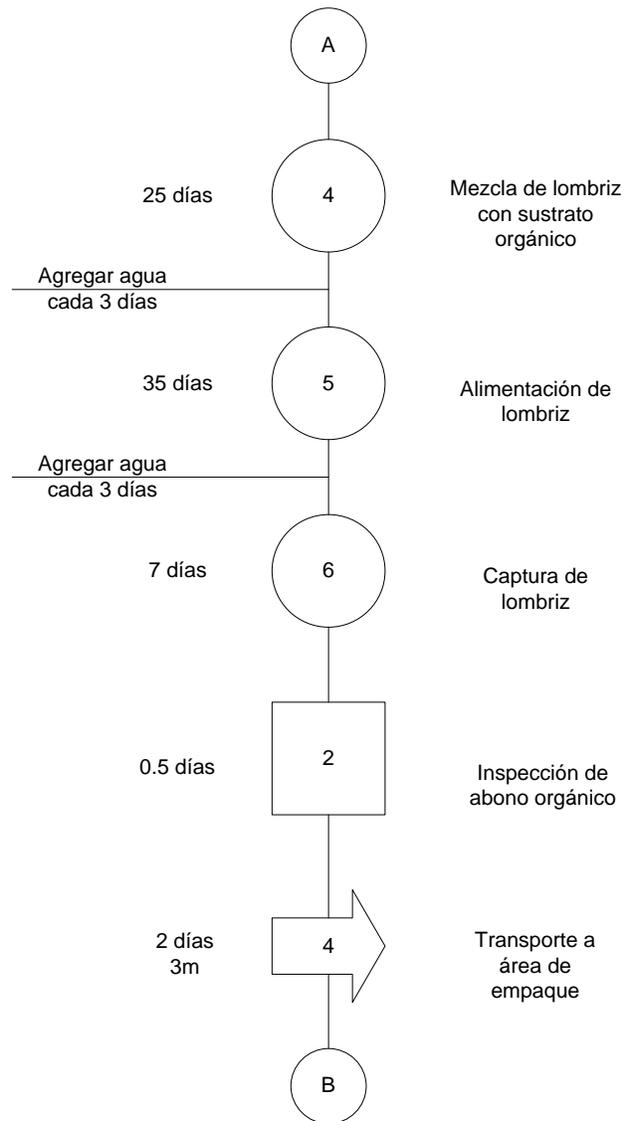
(Ver figuras 40 y 41)

Figura 40. Diagrama de flujo del proceso



Continuación de la figura 40.

Diagrama del Flujo del Proceso de Lombricompostaje	
Empresa: Municipalidad de Asunción Mita, Jutiapa.	Fecha: Enero 2012.
Depto.: Oficina Municipal de Planificación.	Método: Propuesto.
Analista: Katya Janelly Palma Posadas.	Hoja: 1 de 3



Continuación de la figura 40.

Diagrama del Flujo del Proceso de Lombricompostaje	
Empresa: Municipalidad de Asunción Mita, Jutiapa.	Fecha: Enero 2012.
Depto.: Oficina Municipal de Planificación.	Método: Propuesto.
Analista: Katya Janelly Palma Posadas.	Hoja: 1 de 3

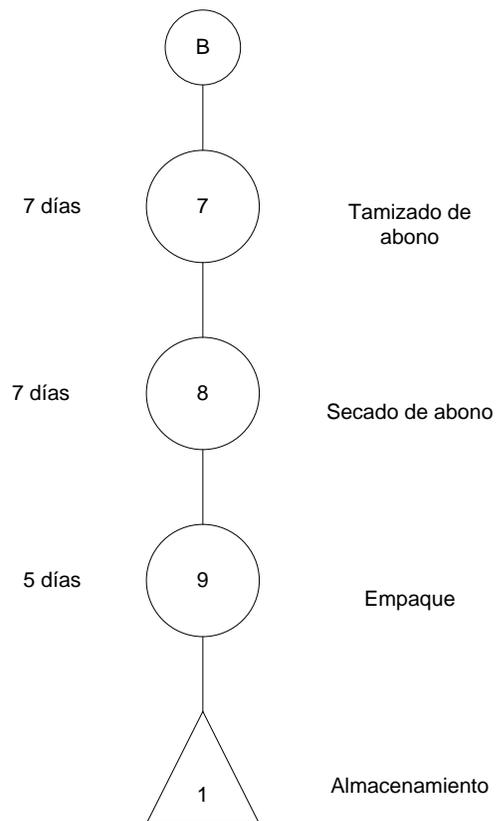
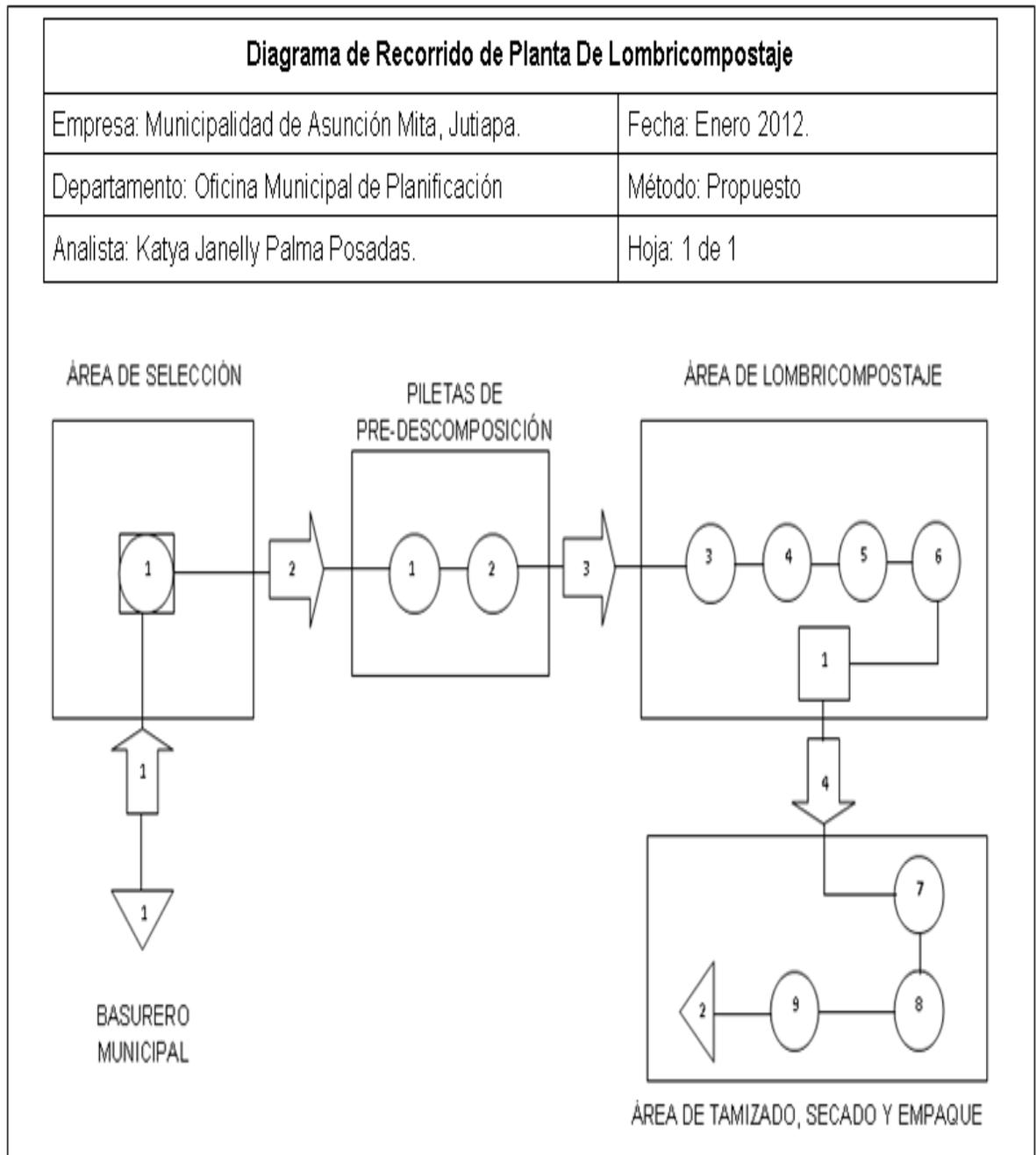


TABLA RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	9	154 días
Inspección Operación	◻	1	10 días
Inspección	◻	2	1 días
Transporte	➡	4	11 días
Recepción de Material	▽	2	
Almacenaje	△	1	
TOTAL		19	176 días

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: elaboración propia.

4.10. Producto terminado

El producto final es abono orgánico de excelente calidad, el cual se venderá en presentación de 1 quintal el saco, a un precio económico de Q50,00, al alcance de los habitantes del municipio.

La Municipalidad de Asunción Mita tiene el compromiso, la capacidad, los medios y facilidades de comercializar, vender o colocar la totalidad del producto terminado.

4.11. Entidad responsable

La Municipalidad de Asunción Mita y su Oficina Municipal de Planificación serán quienes lleven a cabo la implementación del sistema propuesto de lombricompostaje, velando porque se cumplan el proceso de manera adecuada, llevando el control y evaluación del mismo.

4.11.1. Personal responsable

- Oficina Municipal de Planificación: será la encargada de la implementación, dirección, evaluación, y control de las actividades que se realizan en la planta de lombricompostaje.
- Operarios encargados de todo el proceso productivo de la planta. Realizarán la separación de la materia orgánica, proceso de pre-descomposición, proceso de lombricompostaje, secado, tamizado, empaque y almacenamiento del abono orgánico.

- Municipalidad de Asunción Mita será la encargada de la comercialización del producto.

4.11.2. Capacitación del personal

La capacitación del personal es de gran importancia para el correcto funcionamiento de la planta de lombricompostaje.

Tabla XIX. **Capacitación del personal**

TIPO	CONCEPTO	TEMAS
<ul style="list-style-type: none"> • CAPACITACIÓN GENERAL 	<p>Consistirá principalmente en la inducción general de los trabajadores que estén directamente involucrados en la implementación y funcionamiento del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesos administrativos. ✓ Forma de operación de la planta de lombricompostaje. ✓ Solución a dudas de desarrollo.

Continuación de la tabla XIX.

<ul style="list-style-type: none"> • CAPACITACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y LA OPERACIÓN DE LOS PROCESOS 	<p>Esta tiene como principal objetivo dar a conocer a los trabajadores el funcionamiento de cada una de las áreas de operación de la planta, las actividades que en ésta se realizan y la forma global en que se llevará a cabo la labor productiva de la planta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Operación de la planta. ✓ Procesos. ✓ Procedimientos.
<ul style="list-style-type: none"> • CAPACITACIÓN PERSONAL 	<p>En ésta capacitación se detalla el proceso específico que cada persona vaya a desempeñar diariamente, dependiendo del área para la cual haya sido asignada o contratada. Es la capacitación más importante, pues de ésta depende que los trabajadores comprendan al 100% todas sus funciones y la forma de operación de cada una de estas, así como los cuidados y normas que deben cumplir en el desarrollo de sus tareas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Descripción de puestos. ✓ Áreas de trabajo. ✓ Descripción de tareas. ✓ Normas y reglamentos.

Continuación de la tabla XIX.

<ul style="list-style-type: none">• CAPACITACIÓN EN EL MANEJO Y CUIDADOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	<p>Es la explicación del funcionamiento de la maquinaria y del equipo que se utilizará, la forma en que debe ser operada, los cuidados y la protección que deben utilizar al momento de manipularlos. Es también una capacitación muy importante pues del éxito de ésta dependerá la salud de los empleados y la duración de la maquinaria y el equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none">✓ Maquinaria y equipo.✓ Mantenimientos.✓ Seguridad.
---	---	---

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Resultados obtenidos

Se cuenta con una infraestructura con la capacidad para procesar 54 metros cúbicos de residuos sólidos orgánicos, produciendo 32,4 metros cúbicos de lombricompost (abono), esto es igual a 5 964 quintales de abono en seis meses máximo que dura el proceso de lombricompostaje. Mediante este sistema se logra la reducción de gran parte de los residuos orgánicos que llegan al relleno sanitario municipal, mejorando la calidad del aire del lugar y de los alrededores, mejorando la calidad de la tierra, del agua y la salud de los habitantes del municipio.

Realizando un análisis del punto del equilibrio al sistema de lombricompostaje se pudo revelar que con una venta anual de 3 132 quintales, es suficiente para poder recuperar los gastos, y con una venta superior a esto se empieza a obtener utilidades.

Con pleno compromiso por parte de las autoridades municipales quienes serán las encargadas de comercializar el producto, se tendrá una venta del total de lo producido de 11 928 quintales anuales.

La planta de lombricompostaje es dirigida por la municipalidad, ofrece un precio de Q50,00 el quintal, resultando ser un producto económico para los pobladores que lo deseen adquirir, garantizando la calidad y adecuada elaboración, para los demandantes del mismo.

En el análisis del flujo de efectivo se obtiene un resultado de Q360 998,08 en el primer año de funcionamiento de la planta (Tabla XXI, Capítulo 4), demuestra que la inversión logra recuperarse en este primer año; resultando un proyecto con beneficios económico para la municipalidad. Se obtuvo un VPN de Q741 135,71 y una TIR de 94%, lo cual determina que el tratamiento de residuos sólidos orgánicos mediante el lombricompostaje, logra recuperar la inversión y generar utilidades.

5.1.1. Interpretación

El tratamiento de residuos sólidos orgánicos a través del lombricompostaje, brinda resultados positivos con respecto a los beneficios económicos y ambientales que se tendrán en la comunidad. Tanto la municipalidad como los habitantes son grandemente beneficiados con la producción de abono orgánico a través de este sistema.

A través del análisis del punto de equilibrio, se demuestra que el sistema de lombricompostaje no requiere de grandes ventas para recuperar la inversión que se ha realizado, y por ser un sistema de producción de abono orgánico que requiere mayor cuidado, se garantiza la calidad del mismo, por lo que se vende de forma rápida y en este caso económica debido a que es un proyecto realizado por la municipalidad.

El análisis del valor presente neto y de la tasa interna de retorno revela que es un proyecto no solo viable, sino factible, se recupera la inversión y se generan utilidades con un valor aproximadamente igual al VPN, y la inversión que se realiza para la puesta en marcha del mismo, se recupera rápidamente.

5.1.2. Aplicación

La aplicación de un tratamiento de residuos sólidos orgánicos a través de lombricompostaje genera utilidades a la Municipalidad de Asunción Mita, brinda un producto económico que garantiza excelente calidad a la población, y mejora la calidad de vida de la comunidad en general.

Un abono orgánico elaborado de manera adecuada, es de gran beneficio para la estructura del suelo dando mayor soltura por lo que las raíces de desarrollan mejor; reduce la erosión del suelo, incrementa la humedad, entre otros; todos estos beneficios además de los económicos expuestos anteriormente, demuestran que la aplicación de un sistema de producción de abono como lo es el lombricompostaje es de gran beneficio tanto para los habitantes de una comunidad como para el medio ambiente, y se considera de gran importancia su aplicación y conocimiento desde los hogares hasta las grandes industrias.

La aplicación de este sistema como la aplicación de un sistema de reciclaje debe continuar promoviéndose, y debe formar parte de las costumbres y actividades diarias de una comunidad.

5.2. Ventajas competitivas

Entre las ventajas competitivas del producto se tienen:

- Que sea un producto elaborado para beneficio de la comunidad y este a cargo de la municipalidad, garantiza la calidad y buena manufactura del producto.

- El precio de Q50,00, es realmente un precio bajo en comparación con los precios que se manejan en el mercado, ya que se ofrece un abono de excelente calidad que puede competir con abonos que ya se están muy bien colocados.
- Los materiales muy bien seleccionados, con que se fabrica el abono permiten obtener fertilizantes más eficaces.
- Logrado el aprovechamiento de los residuos orgánicos, se contribuye a la salud pública al evitar que se constituyan en una fuente de contaminación; por lo cual los habitantes del municipio tendrán mayor motivación para comprar el abono elaborado en el relleno sanitario municipal.
- El abono orgánico de excelente calidad, ayuda a mejorar la estructura del suelo, permitiendo la labor de las bacterias para sintetizar nutrientes, despiden antibióticos, producen el típico olor a tierra mojada e influyen al desarrollo de plantas.

5.3. Beneficios

El humus o abono orgánico puede ser utilizado en horticultura, viveros, jardinería, floricultura, trasplante de árboles y diferentes cultivos agrícolas. Reactiva la población de la flora bacteriana del suelo que procesa materia orgánica.

Se obtiene un producto de excelente calidad como fertilizante, de alto valor económico, alta concentración de flora bacteriana, se tiene rápida efectividad de asimilación de los cultivos y residualidad. Como se pudo

comprobar el capital invertido se recupera a corto plazo, y se obtiene un producto inocuo, porque la lombriz garantiza el producto terminado.

Se logra el ahorro de energía, reducción de volúmenes de residuos sólidos, conservación del medio ambiente y reducción de la contaminación del municipio, se alarga la vida útil del sistema de relleno sanitario y se logra la protección de los recursos renovables.

5.4. Acciones correctivas

Las acciones correctivas sirven para mantener un control del buen funcionamiento de la planta, e ir la mejorando continuamente y cada cierto tiempo. Contiene medidas necesarias para garantizar la continuidad de los procesos y operaciones dentro de la planta de lombricompostaje. Para poder corregir resultados no deseados se propone tomar en cuenta lo siguiente:

- Establecer un cronograma, en el que se especifiquen las actividades que se deben realizar y el tiempo que debe tardarse cada una de las tareas programadas.
- Crear boletines o trifoliales que promuevan las ventajas y beneficios que se obtienen con los sistemas de tratamiento de residuos.
- Analizar constantemente la metodología que se utiliza en el proceso de producción, para poder realizar mejoras continuamente.
- Capacitar constantemente a los trabajadores de la planta, y tomar en cuenta su opinión con respecto a mejoras que se puedan realizar o problemas que se puedan corregir.

- Establecer un programa de concientización a la población, acerca de la importancia de reciclar desde el hogar.

5.5. Concientización a la población

Es de gran importancia crear conciencia sobre los habitantes de la población de Asunción Mita, acerca de la importancia del tratamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, desde sus hogares.

Se debe concientizar a todos por igual, ya que se debe incluir a todas las estructuras sociales; la salud, la cultura, la educación, la industria, el comercio, la comunidad educativa, la tercera edad, el deporte, etc., ya que la responsabilidad de cuidar el medio ambiente depende de todos y no se debe dar por resuelto que haya sectores que estén exentos de este aprendizaje. Se empezó por la concientización de las autoridades municipales, la cual ya se ha dado como se puede comprobar con la realización de este proyecto.

Para iniciar a crear conciencia en la población, un programa debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Realizar encuestas a los habitantes del lugar, para sondear el interés de las personas por el cuidado del medio ambiente. Esto sirve de ayuda para conocer realmente cuanto saben las personas acerca de lo importante que es cuidar los recursos naturales y cuál es su deseo para evitar la contaminación.
- Asistencia a las autoridades educativas de todas las escuelas y colegios, para que participen en el programa, y brinden educación a sus estudiantes y a los padres de los mismos acerca del tratamiento de residuos sólidos

orgánicos a través del lombricompostaje y compostaje, y como pueden reciclar en sus hogares; tomando conciencia del beneficio que esto trae para el cuidado del medio ambiente.

- Promover el programa de tratamiento de residuos sólidos orgánicos entre los habitantes de la comunidad mediante spots de radio, televisión, folletos y volantes.
- Integrar grupos de personas (células), para realizar capacitaciones acerca del tratamiento de residuos orgánicos mediante lombricompostaje y compostaje, brindar pie de cría para que puedan elaborar abono en sus casas.
- Promover campañas de limpieza en donde participen las autoridades del municipio y la comunidad en general, creando conciencia de la importancia de reciclar para el bienestar del municipio.
- El compromiso por cambiar hábitos debería ser un acto establecido en cada familia, y si no se revierte, (apoyándose en un programa de educación informal de concientización urbana), serán cambios muy difíciles de sostener, por más programas de tratamiento de residuos que existan.

5.6. Propuesta de un sistema de reciclaje para residuos sólidos inorgánicos

Por el momento en el municipio se utilizan los servicios de una empresa que se dedica a la compra de material inorgánico, para reciclaje. La empresa de Jutiapa transporta materiales de reciclaje hasta Escuintla, maneja precios por

quintal de material seleccionado. Cada 15 días llegan a recoger una cantidad de 50 a 60 quintales aproximadamente; son diferentes materiales como vidrio, plástico, cartón, aluminio y chatarra. (Ver listado de precios en Anexo III).

Aun cuando este sistema sea utilizado para deshacerse del material inorgánico, es necesario que así como se ha realizado un proyecto de tratamiento de residuos sólidos orgánicos, se realice un programa de reciclaje con el cual se puedan obtener mayores beneficios.

A continuación se propone un programa de reciclaje sencillo, que puede ser aplicado por los habitantes del municipio desde su hogar, y por todas las personas que se preocupen por la conservación del medio ambiente:

Primer paso:

El primer paso para realizar el reciclado, es recolectar los productos reciclables de los habitantes del municipio de Asunción Mita, hoy en día en las grandes ciudades se cuenta con diferentes cubos de basura para cada material, por lo cual sería ideal su aplicación en un pueblo. Estos cubos suelen tener el símbolo de reciclaje sobre ellos; este es uno de los pasos más importantes, porque si la gente no recicla en sus casas, estos materiales se combinan con los materiales no reciclables y serán enviados al relleno sanitario con la basura común.

Aparte de los artículos que se pueden reciclar en casa, muchas otras cosas como llantas viejas, computadoras, colchones, coches y más también se reciclan.

Segundo paso:

El segundo paso implica el tratamiento de los materiales reciclables. Esto incluye ordenar los materiales en grupos, limpiarlos y prepararlos para ser vendidos a los fabricantes que a su vez, los convierten en nuevos productos.

Tercer paso:

La fabricación de nuevos productos es el tercer paso en el proceso de reciclaje. Muchos de los artículos que se pueden ver todos los días están hechos de materiales reciclados como: toallas de papel, papel de oficina, botellas de plástico y latas de aluminio no sólo son fabricados con materiales reciclados, pero también pueden ser reciclados de nuevo.

Cuarto paso:

El último paso, pero no el menos importante, implica la compra de productos reciclados, cuando los consumidores compran productos que se han hecho con material posconsumo se ha completado el proceso de reciclaje y así volver a empezar. Se debe tener conciencia y cada vez que se tenga la oportunidad de consumir un producto reciclado sobre uno que no lo sea, pues consumir el reciclado.

La mejor manera de evitar el desperdicio y generar basura, es tratar de evitar el consumo de productos que no puedan ser reutilizados. Actualmente se cree que la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre está provocando el calentamiento global que puede tener efectos devastadores a largo plazo. El reciclaje es una de las muchas maneras que las personas pueden reducir la cantidad de dióxido de carbono que se libera en la atmósfera.

Otra de las mejores cosas que se puede hacer, es aprender todo lo que se pueda sobre el reciclaje, difundir la cultura y animar a los demás a que reciclen todo lo que consuman. Nunca es tarde para empezar y conservar los valiosos recursos naturales.

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. Impacto ambiental

Los cambios normalmente representan un impacto al medio ambiente, estos pueden ser de carácter positivo o negativo. La propuesta anterior se realizó de tal manera que los resultados obtenidos causen un impacto positivo, pero se debe tomar en cuenta que siempre pueden surgir algunos efectos negativos.

Cuando se realiza un proyecto donde se trabaja con grandes cantidades de residuos sólidos, siempre es necesaria la realización de un estudio de impacto ambiental; que tome en cuenta todos los factores que pueden resultar dañinos para el medio ambiente.

El impacto ambiental que un proyecto de este tipo trae a una comunidad es normalmente positivo, de beneficio para cualquier población, pero siempre es necesario realizar su evaluación.

6.2. Evaluación de impacto ambiental

El proceso de evaluación o valoración de los impactos se concentra en las interacciones identificadas en una matriz respectiva. El propósito de este proceso es el señalar aquellas interacciones que son relevantes y que requieren identificación para tomar medidas correctivas que reduzcan los efectos negativos de la planta sobre el medio ambiente.

Para poder hacer una matriz de evaluación de impactos se utiliza una metodología que considera aspectos cualitativos y en algunos casos, cuantitativos de las interacciones que ocurren entre los componentes del medio ambiente, en la operación de la planta de lombricompostaje.

Para la valoración de los impactos identificados se utilizaron los siguientes criterios:

- Carácter (positivos, negativo y neutro, considerando a estos últimos como aquel impacto que se encuentra por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales).
- Grado de perturbación en el medio ambiente (clasificado como: importante, regular y escasa).
- Importancia desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (clasificado como: alta, media y baja).
- Riesgo de ocurrencia entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes (clasificado como: muy probable, probable y poco probable).
- Extensión área o territorio involucrado (clasificado como: regional, local y puntual).
- Duración a lo largo del tiempo (clasificado como: permanente o duradera en toda la vida de la empresa, media o duradera durante la operación de la empresa y corta o durante la etapa de construcción de la empresa).

- Reversibilidad para volver a las condiciones iniciales (clasificadas como: reversible si no requiere ayuda humana, parcial si requiere ayuda humana e irreversible si se debe generar una nueva condición ambiental)

Con base a estos criterios los impactos se clasifican de la siguiente manera:

Tabla XX. **Clasificación de riesgos**

Carácter(C)	Positivo ⁽¹⁾	Negativo ⁽⁻¹⁾	Neutro ⁽⁰⁾
Perturbación(P)	Importante ⁽³⁾	Regular ⁽²⁾	Escasa ⁽¹⁾
Importancia(I)	Alta ⁽³⁾	Media ⁽²⁾	Baja ⁽¹⁾
Ocurrencia(O)	Muy Probable ⁽³⁾	Probable ⁽²⁾	Poco Probable ⁽¹⁾
Extensión(E)	Regional ⁽³⁾	Local ⁽²⁾	Puntual ⁽¹⁾
Duración(D)	Permanente ⁽³⁾	Media ⁽²⁾	Corta ⁽¹⁾
Reversibilidad(R)	Irreversible ⁽³⁾	Parcial ⁽²⁾	Reversible ⁽¹⁾
Total	18	12	6

Fuente: elaboración propia.

La valoración de los impactos entonces resulta de la siguiente ecuación:

$$\text{Impacto Total} = C \times (P + I + O + E + D + R)$$

De donde se origina la siguiente escala de valorización de los impactos:

Tabla XXI. **Escala de valorización de impactos**

Negativo Significativo o Impacto Negativo Severo	Impacto Total entre -15 y -18
Negativo Moderadamente Significativo	Impacto Total entre -9 y -14
Negativo No Significativo o Impacto Compatible	Impacto Total entre 0 y -8
Positivo No Significativo o Impacto Positivo Bajo	Impacto Total entre 0 y +8
Positivo Medianamente Significativo	Impacto Total entre +9 y +14
Positivo Significativo o Impacto Positivo Alto	Impacto Total entre +15 y +18

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la matriz cuantitativa de evaluación de impactos:

Tabla XXII. **Matriz cuantitativa de evaluación de impactos**

Componente Ambiental	Identificación y Descripción del Impacto	Características del Impacto							IMPACTO TOTAL	Valoración del Impacto
		Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		
Medio Biológico	Eliminación de la cubierta vegetal herbácea y arbustiva, interrumpiendo cualquier proceso de sucesión ecológica presente en el sitio	Neutro	Escasa	Baja	Probable	Puntual	Permanente	Irreversible	0	No Significativo
	Alteración de las actividades de la fauna como resultado de su desplazamiento y el incremento de la actividad humana en el sitio durante las etapas de construcción y operación	Neutro	Escasa	Baja	Probable	Puntual	Permanente	Irreversible	0	No Significativo
Medio Socioeconómico y Cultural	Incremento en la demanda de servicios de electricidad, agua potable, drenajes y disposición de desechos sólidos en la zona debido a las actividades de construcción	Neutro	Escasa	Baja	Muy Probable	Local	Permanente	Reversible	-11	Negativo Moderadamente Significativo
	Riesgo a la salud y seguridad humana durante todas las actividades de construcción y operación, por aumento de las posibilidades de accidentes y siniestros, así como por inadecuada disposición de desechos	Negativo	Regular	Alta	Probable	Puntual	Media	Parcial	-12	Negativo Moderadamente Significativo

Continuación de la tabla XXIII.

Recursos Hídricos	Aguas Superficiales				X	X	X	
	Aguas Subterráneas							
	Calidad del Agua				X	X		
Atmósfera	Ruido	X	X	X				
	Calidad del Aire		X		X			
Socioeconómico y Cultural	Demanda de Servicios	X	X		X	X	X	X
	Salud y Seguridad	X	X	X	X	X	X	X
	Empleo	X	X		X		X	X
	Paisaje							

Fuente: elaboración propia.

6.2.1.1. Efectos sobre la atmósfera

En cuanto a los efectos de la atmósfera según la tabla de identificación de impactos se puede dar en cuanto a ruido y calidad del aire; debido a que se hay movimiento de personal, se transporta producto y materias primas, se generan ruidos en la producción y el mantenimiento de la infraestructura de la planta de compostaje y lombricompostaje.

6.2.1.2. Efectos sobre la salud humana

Entre los factores que pueden afectar la salud humana debido a la producción de abono en la planta, sería el movimiento de personal, transporte de producto y materia prima, generación de ruidos, mantenimiento de infraestructura, generación de efluentes, generación de desechos sólidos y contratación de servicios.

6.2.2. Ventajas y desventajas en la implementación

Las ventajas que hay son en cuanto al medio socioeconómico y cultural; ya que se puede incrementar el empleo en la zona durante todas las actividades de operación; de igual manera en el relleno sanitario se está haciendo que los residuos sólidos producidos en el municipio sean tratados de manera adecuada y no liberados al medio ambiente.

Las desventajas son también en el medio socioeconómico y cultural; ya que es posible que con el tiempo haya un poco de deterioro en la paisajística del lugar al aumentar los antropogénicos en el área.

6.3. Plan de contingencia contra efectos negativos al medio ambiente

El objetivo general de este plan es el de establecer las acciones que se deben realizar ante la ocurrencia de eventos de carácter técnico, accidental o humano, con el fin de proteger los componentes ambientales presentes. Se debe realizar una serie de acciones que incluyen:

- Planificar y describir la capacidad de respuesta rápida y efectiva requerida para control de emergencias.

- Establecer un procedimiento formal y escrito que indique las acciones a seguir para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.
- Optimizar el uso de los recursos humanos y materiales comprometidos.

Un plan de contingencia exitoso debe basarse en un esquema conceptual como el que se muestra a continuación:

- A. Objetivos
- B. Análisis de los riesgos y definición del área afectada
- C. Recolección y análisis de la información básica
 - ✓ Cartografía
 - ✓ Inventario de instalaciones e infraestructura de servicios
 - ✓ Información demográfica (censos y encuestas)
- D. Evaluación de Impacto
- E. Alarma
- F. Elaboración del Plan
 - ✓ Contenido
 - ✓ Documentación
- G. Divulgación
- H. Adiestramiento y educación (ejercicios y simulacros)
- I. Actualización y Perfeccionamiento.

6.4. Eliminación de basureros clandestinos

Es de vital importancia la identificación de los basureros clandestinos, y la concientización a los habitantes de la población, para que este tipo de basureros deje de utilizarse. Su eliminación es necesaria para el cumplimiento

del plan de tratamiento de residuos sólidos, evitando así la contaminación, las enfermedades y otros problemas.

6.5. Mantenimiento de basureros autorizados

El mantenimiento de los basureros autorizados es fundamental para que la población se acostumbre y tome conciencia de la importancia de cuidar el medio ambiente. Los basureros autorizados y rellenos sanitarios son de beneficio para la vida humana y el bienestar del municipio en general.

CONCLUSIONES

1. La producción de residuos sólidos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas; actualmente la generación de residuos *per-cápita* en el municipio de Asunción Mita es de 0,64 kilogramo/día por persona.
2. El lombricompostaje como principal tratamiento de residuos sólidos orgánicos, demostró ser el mejor sistema de producción de abono orgánico, a través del cual se elabora de forma eficiente abono de la mejor calidad; brindando beneficios económicos, sociales y sobre todo ambientales, a la población del municipio de Asunción Mita.
3. El abono orgánico realizado a través del proceso de lombricompostaje es un producto inocuo porque la lombriz garantiza el producto terminado; es un mejorador de suelos, fertilización de diversos cultivos, horticultura, etc., que contribuye a la reducción de la erosión y ayuda a la retención de la humedad.
4. Se producen en un período máximo de seis meses 5 964 quintales de abono orgánico de excelente calidad, en una infraestructura que consta de tres piletas para predescomposición de residuos, y seis piletas de lombricompostaje.

5. Mediante el análisis económico se comprobó que con un VPN de Q741 135,71 y una TIR del 93,841%, el sistema de lombricompostaje propuesto, brinda con su puesta en marcha grandes beneficios económicos; recuperando rápidamente los costos de inversión y generando grandes utilidades; haciendo de éste un proyecto autosostenible.
6. El precio de venta del abono manejado por la municipalidad, es de Q50,00 el quintal, esto para beneficiar económicamente a la población, y motivar no sólo con la calidad, sino también con su precio, a los posibles compradores que quieran adquirir el producto.
7. El aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del basurero municipal de Asunción Mita a través de la producción de abono orgánico, reduce la generación de gases, humos, polvos, proliferación de insectos y roedores; mejorando la calidad de vida, la salud y el medio ambiente en el municipio.
8. Mediante un sistema de información y capacitación se ha creado conciencia a la población acerca de la importancia del buen manejo de residuos sólidos, lográndose así que los habitantes empiecen el proceso de selección de basura desde sus hogares y puedan ellos mismos elaborar lombricompost.
9. La municipalidad está tomando las medidas necesarias para empezar con el tratamiento de residuos sólidos inorgánicos que actualmente no son tratados en el relleno, y se está viendo la posibilidad de contar con una planta de reciclaje.

RECOMENDACIONES

1. Una de las grandes deficiencias en el tema de manejo de residuos sólidos es la falta de una ley marco que norme y establezca la obligatoriedad de contar con un reglamento para el manejo de los mismos, por lo cual todas las municipalidades deberían adquirir compromiso y establecer tratamientos de residuos reglamentados que beneficien al medio ambiente de la comunidad.
2. Es necesario mantener y optimizar los resultados obtenidos en el presente trabajo de graduación, a través del control, evaluación y mejora continua, de los procesos y sistemas utilizados en el tratamiento de residuos.
3. Debido a que actualmente no se cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos, se recomienda a la Municipalidad de Asunción Mita, que de igual manera que en este trabajo de graduación, se realicen las investigaciones pertinentes para la puesta en marcha de una planta de reciclaje, con la que se puedan obtener mayores beneficios.
4. Se deben realizar actividades de aseo municipal, y continuar con programas para educar y crear conciencia a la población acerca de la conveniencia del reciclaje y reutilización de algunos tipos de desechos sólidos.

5. La municipalidad debe comunicarse con empresas o asociaciones dedicadas a la agricultura, para negociar con éstas y ofrecer el abono, aumentando así las ventas del producto y mejorando sus estrategias de comercialización del mismo.
6. Se debe además empezar a realizar la comercialización y venta del purín (líquido) y pie de cría, también obtenidos en proceso de lombricompostaje, para que no se desperdicie nada y se aumenten los ingresos.
7. El sistema de recolección de residuos sólidos debe ser obligatorio para todas las viviendas del sector urbano y rural de Asunción Mita, a fin de evitar la proliferación de basureros clandestinos, para mejorar la salud y el ornato del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACURIO, Guido. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002. 145 p.
2. CAPISTRÁN, Fabricio; ARANDA, Eduardo; ROMEO, Juan Carlos. *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje*. 2a ed. México: Instituto de Ecología, 2004. 150 p.
3. COLLAZOS PEÑALOSA, Héctor. *Residuos sólidos*. 6a ed. Santa Fe de Bogotá: ACODAL, 2003. 201 p.
4. DUARTE Díaz, Felipe Andrés. *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio la Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario*. Trabajo de graduación. Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 143 p.
5. HUNT, David; JONSON, Catherine. *Sistemas de gestión medioambiental*. México: McGraw-Hill, 2004. 207 p.
6. LÓPEZ Garrido, Jaime. *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 2002. 84 p.
7. TCHOBANUGLUS, George et, al. *Gestión integral de residuos sólidos*. 7a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2007. 218 p.

8. Tramontina. *Productos*. [en línea]. [ref. 15 de enero 2012]. Disponible en Web: <<http://www.tramontina.com.br/productos/14418-carretilla-caja-metalica-honda>>.
9. Talishte. *Productos*. [en línea]. [ref. 15 de enero 2012]. Disponible en Web: <http://www.talishte.com.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=26&lang=es>.
10. Projar. *Productos*. [en línea]. [ref. 15 de enero 2012]. Disponible en Web: <http://www.projar.es/productos/producto_detalle/761/34/termometro-con-sonda-fija-de-acero-inoxidable-de-120-mm-de-longitud-mod5989>.
11. Seguridad Inteligente. *Equipo de protección personal*. [en línea]. [ref. 15 de enero 2012]. Disponible en Web: <<http://www.seguridadinteligente.com/proteccion-industrial.html>>.
12. Bitmax. *Artículos*. [en línea]. [ref. 15 de enero 2012]. Disponible en Web: <<http://www.bitmax.es/index.php?Path=62&osCsid=rwrorlrgtsrafcu>>.
13. *Detén el calentamiento global: Humus*. [en línea]. [ref. 3 de diciembre 2011]. Disponible en Web: <<http://undergroundbugs.blogspot.com>>.

ANEXOS

ANEXO I

LISTADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE CADA MUNICIPIO DEPARTAMENTO DE JUTIAPA

Nombre del rubro:	Municipio:	Nombre del propietario/empresa	Dirección:	Área:	Capacidad productiva del ciclo:	Destino de la producción:
Maíz Blanco	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	10,489.5 ha	225,000 qq	Nacional
Frijol Negro	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	9,091 ha	70,000 qq	Nacional
Sorgo	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	9,091 ha	195,000 qq	Nacional
Arroz	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	559.4 ha	64,000 qq	Nacional
Carne de Bovinos	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	8,042 ha	15,716 reses	local y nacional
Productos Lácteos	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	8,042 ha	4,860,000 litros	Nacional
Carne de Porcinos	Jutiapa	Varios productores	Jutiapa	s/d	10,685 cerdos	local y nacional
Mango	Jutiapa	Varios productores	Cantón Tunas	70 ha	45,000 unidades	Nacional
Café	Jutiapa	Varios productores	s/d	833 ha	16,8941 qq pergamino	nacional y/o exportación
Maíz Blanco	El Progreso	Varios productores	El Progreso	1,399 ha	100,000 qq	nacional
Frijol negro	El Progreso	Varios productores	El Progreso	280 ha	8,000 qq	nacional
Arroz	El Progreso	Varios productores	El Progreso	349.6 ha	40,000 qq	nacional

Tomate Industrial	El Progreso	Varios productores	El Progreso	1,119 ha	1,920,000 cajas	nacional y/o exportación
Cebolla Fresca	El Progreso	Varios productores	El Progreso	420 ha	10,800,000 unidades	nacional y/o exportación
Chile Pimiento	El Progreso	Varios productores	El Progreso	70 ha	120,000 cajas	nacional y/o exportación
Carne de Porcinos	El Progreso	Varios productores	El Progreso	s/d	1,213 cerdos	local
Carne de Bovinos	El Progreso	Varios productores	El Progreso	1,399 ha	2,634 reses	local
Productos Lácteos	El Progreso	Varios productores	El Progreso	1,399 ha	1,077,300 litros	local y nacional
Sorgo	El Progreso	Varios productores	El Progreso	454.5 ha	19,500 qq	nacional
Cebolla Fresca	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	21 ha	5,400,000 unidades	nacional y/o exportación
Maíz Blanco	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	210 ha	12,000 qq	local y nacional
Frijol Negro	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	210 ha	6,000 qq	local y nacional
Sorgo	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	210 ha	7,500 qq	nacional
Tomate Industrial	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	35 ha	60,000 cajas	naciona l y/o exportación
Productos Lácteos	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	29,264 ha	1,583,280 litros	Local
Carne de Porcinos	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	s/d	3,134 cerdos	local y nacional

Carne de Bovinos	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	29,264 ha	3,052 reses	Local
Mango	Santa Catarina Mita	Varios productores	Santa Catarina Mita	11 ha	33 qq	Nacional
Café	Santa Catarina Mita	Varios productores	s/d	2,321 ha	54,953 qq pergamino	nacional y/o exportación
Arroz	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	1,049 ha	120,000 qq	local y nacional
Frijol Negro	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	489.5 ha	14,000 qq	local y nacional
Sorgo	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	279.7 ha	16,000 qq	local y nacional
Maíz Blanco	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	489.5 ha	28,000 qq	local y nacional
Carne de Bovinos	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	6,993 ha	9,175 reses	Local
Productos Lácteos	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	6,993 ha	183,600 litros	Local
Pescado	Agua Blanca	Varios productores	Aldea Obrajuelo	s/d	12 qq	Local
Cebolla Fresca	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	14 ha	3,000,000 unidades	local y nacional
Chile Pimiento	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	7 ha	10,000 cajas	local y nacional
Tomate Industrial	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	84 ha	120,000 cajas	local y nacional
Carne de Porcinos	Agua Blanca	Varios productores	Agua Blanca	s/d	3,487 cerdos	local
Maíz Blanco	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	1,049 ha	83,920 qq	Nacional

Sorgo	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	559.4 ha	40,000 qq	nacional
Sorgo Escobero	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	28 ha	1,680 qq	exportación
Frijol Negro	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	279.7 ha	6,000 qq	nacional
Tomate Industrial	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	140 ha	300,000 cajas	nacional y/o exportación
Cebolla Fresca	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	349.6 ha	90,000,000 unidades	nacional y/o exportación
Sandía	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	35 ha	13,500 unidades	nacional y/o exportación
Carne de Bovino	Asunción Mita	Varios productores	Asunción Mita	22,378 ha	11,752 reses	local y nacional
Maíz Blanco	Asunción Mita	Cooperativa Pipiltlán	Asunción Mita	130 ha	6,500 qq	local
Sorgo	Asunción Mita	Cooperativa Pipiltlán	Asunción Mita	130 ha	4,680 qq	local
Tomate Industrial	Asunción Mita	Cooperativa Pipiltlán	Asunción Mita	130 ha	278,850 cajas	exportación
Carne de Porcinos	Asunción Mita	Varios productores	s/d	s/d	5,092 cerdos	local y nacional
Productos Lácteos	Asunción Mita	Varios productores	s/d	22,378 ha	3,635,400 litros	Nacional
Pescado	Asunción Mita	Varios productores	s/d	s/d	1,000 qq	local y nacional
Café	Asunción Mita	Varios productores	s/d	1,535 ha	32,500 qq pergamino	nacional y/o exportación
Café	Yupiltepeque	Varios productores	s/d	482 ha	6,956 qq pergamino	nacional y/o exportación
Café	Yupiltepeque	Cooperativa La Felicidad	Aldea Las Brisas	56 ha	2,000 qq pergamino	nacional y/o exportación
Maíz Blanco	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	489.5 ha	42,000 qq	Nacional

Frijol Negro	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	280 ha	7,200 qq	nacional y/o exportación
Sorgo	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	35 ha	1,000 qq	Local
Café	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	154 ha	4,158 qq pergamino	nacional y/o exportación
Tomate Industrial	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	28 ha	48,000 cajas	local y nacional
Chile Pimiento	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	7 ha	12,000 cajas	local y nacional
Carne de Porcinos	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	s/d	768 cerdos	Local
Carne de Bovinos	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	21 ha	1,581 reses	Local
Productos Lácteos	Yupiltepeque	Varios productores	Yupiltepeque	21 ha	538,650 litros	Local
Maíz Blanco	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	1,748 ha	75,000 qq	nacional y/o exportación
Sorgo	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	1,748 ha	75,000 qq	Nacional
Productos Lácteos	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	629 ha	1,440,000 litros	local y nacional
Pescado	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	s/d	30 qq	Local
Carne de Porcinos	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	s/d	1,020 cerdos	Local
Frijol Negro	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	1,049 ha	22,500 qq	nacional y/o exportación
Café	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	2,024 ha	37,622 qq pergamino	nacional y/o exportación
Tabaco	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	7 ha	350 qq	nacional y/o exportación
Tomate Industrial	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	21 ha	30,000 cajas	local nacional
Papaya	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	7 ha	300,000 unidades	Nacional

Carne de Bovinos	Atescatempa	Varios productores	Atescatempa	629 ha	1,194 reses	local y nacional
Carne de Bovino	Jeréz	Varios productores	Jérez	559.4 ha	702 reses	local
Productos Lácteos	Jeréz	Varios productores	Jérez	559.4 ha	307,800 litros	nacional
Carne de Porcinos	Jeréz	Varios productores	Jérez	s/d	177 cerdos	Local
Café	Jeréz	Cooperativa Jérez de la Frontera	Jérez	42 ha	1,500 qq pergamino	nacional y/o exportación
Maíz Blanco	Jeréz	Varios productores	Jérez	350 ha	15,000 qq	Nacional
Frijol Negro y Rojo	Jeréz	Varios productores	Jérez	350 ha	6,000 qq	nacional y/o exportación
Sorgo	Jeréz	Varios productores	Jérez	42 ha	1,800 qq	Exportación
Tomate Industrial	Jeréz	Varios productores	Jérez	4.2 ha	4,800 cajas	local y/o exportación
Loroco	Jeréz	Varios productores	Jérez	4.2 ha	s/d	Exportación
Café	Jeréz	Varios productores	Jérez	70 ha	2,777 qq pergamino	nacional y/o exportación
Chile Pimiento	Jeréz	Varios productores	Jérez	4.2 ha	3,000 cajas	Exportación
Café	Jeréz	Varios productores	s/d	237 ha	5,925 qq pergamino	nacional y/o exportación
Carne de Bovino	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	307.7 ha	1,027 reses	Local
Carne de Porcinos	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	s/d	452 cerdos	Local
Productos Lácteos	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	307.7 ha	241,200 litros	Local
Maíz Blanco	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	35 ha	1,250 qq	Local

Frijol Negro	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	52.4 ha	1,100 qq	Local
Sorgo	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	28 ha	1,008 qq	Local
Café	El Adelanto	Varios productores	El Adelanto	70 ha	1,890 qq pergamino	Local
Maíz Blanco	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	210 ha	12,000 qq	local y nacional
Frijol Negro y Rojo	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	224 ha	5,120 qq	local y/o exportación
Sorgo	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	35 ha	1,750 qq	Local
Café	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	140 ha	4,444 qq pergamino	nacional y/o exportación
Carne de Porcinos	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	s/d	283 cerdos	Local
Carne de Bovinos	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	1,007 ha	1,723 reses	Local
Productos Lácteos	Zapotitlán	Varios productores	Zapotitlán	1,007 ha	486,540 litros	Nacional
Sorgo	Comapa	Varios productores	Comapa	447.5 ha	16,000 qq	Nacional
Jocote de Corona	Comapa	Varios productores	Comapa	42 ha	2,100 cajas	Nacional
Maíz Blanco	Comapa	Varios productores	Comapa	447.5 ha	25,600 qq	Nacional
Frijol Negro y Rojo	Comapa	Varios productores	Comapa	70 ha	1,000 qq	Nacional
Café	Comapa	Varios productores	Comapa	175 ha	4,375 qq pergamino	nacional y/o exportación
Carne de Bovina	Comapa	Varios productores	Comapa	3,566 ha	3,180 reses	local y nacional
Productos Lácteos	Comapa	Varios productores	Comapa	3,566 ha	450,000 litros	Nacional

Carne de Porcinos	Comapa	Varios productores	Comapa	s/d	2,040 cerdos	Local
Sorgo	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	699 ha	35,000 qq	nacional
Arroz	Jalpatagua	Carlos Monterroso	Finca Montecarmelo, Azulco	45 ha	7,600 qq	nacional
Maíz Blanco	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	699 ha	40,000 qq	nacional
Frijol Negro	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	210 ha	4,500 qq	nacional
Café	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	70 ha	2,777 qq pergamino	nacional y/o exportación
Carne de Bovinos	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	7,133 ha	8,948 reses	local y nacional
Productos Lácteos	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	7,133 ha	2,281,680 litros	nacional
Carne de Porcinos	Jalpatagua	Varios productores	Jalpatagua	s/d	2,219 cerdos	local y nacional
Carne de Porcinos	Conguaco	Varios productores	Conguaco	s/d	1,528 cerdos	nacional
Carne de Bovinos	Moyuta	Varios productores	Moyuta	13,287 ha	25,600 reses	local y nacional
Frijol Negro y Rojo	Moyuta	Varios productores	Moyuta	3,496 ha	80,000 qq	nacional
Sorgo	Moyuta	Varios productores	Moyuta	8,392 ha	360,000 qq	nacional
Carne de Porcinos	Pasaco	Varios productores	Pasaco	s/d	2,657 cerdos	local y nacional
Maíz Blanco	Pasaco	Varios productores	Pasaco	700 ha	30,000 qq	nacional
Frijol Negro y Rojo	Pasaco	Varios productores	Pasaco	280 ha	6,000 qq	Nacional

Carne de Bovinos	Pasaco	Varios productores	Pasaco	11,888 ha	10,496 reses	local y nacional
Productos Lácteos	Pasaco	Varios productores	Pasaco	11,888 ha	9,228,000 litros	local y nacional
Café	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	792 ha	15,797 qq pergamino	nacional y/o exportación
Maíz Blanco	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	140 ha	8,000 qq	Nacional
Frijol Negro	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	35 ha	600 qq	Local
Sorgo	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	21 ha	900 qq	Local
Carne de Bovinos	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	679 ha	2,244 reses	Local
Productos Lácteos	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	679 ha	421,740 litros	Local
Banano	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	140 ha	40,000 qq	Local
Carne de Porcinos	San José Acatempa	Varios productores	San José Acatempa	s/d	1,051 cerdos	Local
Maíz Blanco	Quesada	Varios productores	Quesada	140 ha	8,000 qq	Nacional
Frijol Negro y Rojo	Quesada	Varios productores	Quesada	70 ha	1,500 qq	Nacional
Sorgo	Quesada	Varios productores	Quesada	210 ha	12,000 qq	Nacional
Jocote de Corona	Quesada	Varios productores	Quesada	7 ha	5,000 cajas	Nacional
Carne de Bovinos	Quesada	Varios productores	Quesada	797 ha	2,862 reses	Nacional
Productos Lácteos	Quesada	Varios productores	Quesada	797 ha	1,253,600 litros	Nacional
Carne de Porcinos	Quesada	Varios productores	Quesada	s/d	2,114 cerdos	Nacional

ANEXO II

PRECIOS DE MATERIAL PARA RECICLAJE / QUINTAL

Descripción	Precio/qq.
Vidrio	Q. 15,00
Cartón	Q. 35,00
Plástico	Q. 45,00
Hierro	Q. 50,00
Papel	Q. 50,00
Aluminio	Q. 100,00
Cobre	Q. 150,00