

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL GRADO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**“DESARROLLO DE APLICACIÓN DEL ECODISEÑO PARA EL MANEJO DE
DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL
DE OLOCUILTA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ.”**

PRESENTADO POR:

**ROQUE ALFARO, HENRY EMERSON
VILLATORO ALAS, OSCAR JESÚS**

ASESOR:

ING. CARLOS ROBERTO PACAS

LECTOR:

ING. HEBER ABISAÍ PORTILLO

SOYAPANGO, SEPTIEMBRE 2008

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGHET RIVERA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
PBRO. VICTOR BERMÚDEZ Y.**

**SECRETARIO GENERAL
ING. XIOMARA MARTÍNEZ**

**DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN**

**SEPTIEMBRE 2008
EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**


**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL GRADO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**“DESARROLLO DE APLICACIÓN DEL ECODISEÑO PARA EL MANEJO DE
DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL
DE OLOCUILTA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ.”**

ASESOR:


ING. CARLOS ROBERTO PACAS

LECTOR:


ING. HEBER ABISAÍ PORTILLO

SOYAPANGO, SEPTIEMBRE DEL 2008

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de graduación, se ha elaborado partiendo de un esfuerzo grandísimo y de muchísima dedicación, tanto de nosotros los autores como de nuestro asesor, lo cual no hubiera sido posible sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que nos colaboraron, y que posteriormente mencionare y las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de intranquilidad y desesperación.

Primeramente, quiero dar gracias a **Dios y a la Virgencita**, por permitirme culminar con éxito mi Carrera de Ingeniería Industrial y estar conmigo en cada uno de los momentos de mi vida, por darme la suficiente sabiduría e inteligencia, por fortalecer mi corazón, abrir mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para poder desarrollar el presente trabajo.

Le agradezco profundamente con todo mi corazón hoy y siempre a mi familia que siempre están presentes en mi vida, y hoy mas que nunca se que he culminado esta etapa de mi vida por el esfuerzo realizado por ellos, porque sin la ayuda de ellos no hubiese podido cumplir con esta meta.

A mis padres José German Roque Chévez y Lucia Alfaro de Roque, mi abuela, mis tíos, mis primos, mis hermanos German Stanley Roque Alfaro y Ludwing Edgardo Roque Alfaro que siempre me dieron ánimos, y fueron un apoyo en la culminación de mi carrera.

A Oscar Villatoro, mi compañero de tesis por ser un buen amigo y a su familia que me acogió como a uno más de la suyos, que abrieron las puertas de su casa, y por la confianza que depositaron en mí.

Al Ingeniero Carlos Roberto Pacas Herrera, que mas que un asesor es un amigo, por el apoyo que nos dio cada día para que nosotros siempre saliéramos adelante con el trabajo de graduación, por abrirnos con humildad las puertas de su casa, por trabajar junto con nosotros, por esforzarse, por tenernos paciencia y comprensión en los momentos en los cuales sentíamos que nuestras fuerzas se agotaban. A su familia entera, extendiendo mis más sinceros agradecimientos.

A los catedráticos de las diferentes asignaturas, que en el transcurso de la carrera mantuvimos una relación de respeto, y a los cuales siempre considerare como buenos educadores y orientadores, y de quienes aprendí los elementos necesarios que se deben de aplicar tanto en nuestra vida profesional como en la vida personal.

A mis amigos y amigas que siempre estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera en la universidad, por el entusiasmo que me han brindado, por los consejos que me han dado, no es fácil encontrar a personas que sepan escuchar y dar consejos certeros para caminar correctamente por la vida, por ayudarme a levantarme en mis tropiezos, por hacerme ver que levantarse con la frente en alto es mucho más que orgullo, es ganas de seguir adelante y ver las cosas con alegría y entusiasmo, que todo vale la pena en esta vida. A Isabel Marroquín, que ha sido un apoyo extra en mi vida, por la comprensión, por el apoyo que me ha dado y sobre todo por esa gran amistad, considero que soy afortunado porque esta en mi vida y doy gracias a Dios cada día por ella, por escucharme y aconsejarme, por ser una persona con la que puedo contar siempre, por los ánimos y el cariño brindados.

A veces es tan grande nuestro agradecimiento hacia las personas que no hay forma para recompensar ese apoyo que nos brindan y no importa para nada si algunas personas influyen directa o indirectamente en la realización de nuestras metas y proyectos, siempre se tendrá una muestra de agradecimiento hacia ellas, no es el simple hecho de contribuir directamente con el trabajo de graduación, siempre tiene que existir un elemento extra en nuestra vida, esas son las personas que están indirectamente, son las personas que están ahí cuando existen altos y bajos en nuestro estado anímico que es un factor importante para la realización de nuestras actividades, a todas aquellas personas que contribuyeron conmigo y no menciono aquí les puedo decir con toda mi alma y con todo mi corazón que les agradezco el haber estado conmigo, ayudándome, apoyándome, dándome el aliento y los ánimos necesarios para continuar. Se que no he mencionado a muchos, pero sepan que les agradezco muchísimo.

Henry Emerson Roque Alfaro

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicada a Dios todo poderoso quien me dio las fuerzas y la firmeza necesaria para terminar mi carrera universitaria, por fortalecer mi vida e iluminar mi camino en cada momento.

Agradezco a mi familia que siempre estuvo ahí apoyándome, por todo el amor y cariño que a lo largo de mi vida me han mostrado, a mis padres, gracias por darme la oportunidad de triunfar en la vida y sobre todo triunfar al lado de ustedes, por todos los consejos que nunca estuvieron de mas y por inyectar en mi vida, la perseverancia, fe y el amor que solo de ustedes se puede recibir.

A mis hermanos: Alexis siempre me apoyaste y me ayudaste cuando te pedía algún favor, por toda la ayuda incondicional que me brindaste. A Vernon por todas las veces que me preguntabas como estaba en la Universidad y me decías que siguiera que ya iba a terminar; a ustedes dos les dedico esta tesis, los quiero mucho y les agradezco su ayuda.

A mis Abuelas y mi Abuelo: Mamá Toñita, Mamá Carmen y mi Papá Desiderio los adoro por haberme dado unos padres y familia excepcional, no dejare de creer que Dios ha sido grande con nosotros por tener una familia tan linda que me apoyo en todo, los adoro. Sé que siempre estuve en sus oraciones y hasta esta fecha todas las bendiciones vienen gracias a uds.

A mis tíos: Nunca dejaron de apoyarme y todas las cosas en las que se vieron involucrados fue de mucha ayuda para mi vida, tío Carlos y tía Lorena, gracias porque así como me ayudaron a mi también ayudaron a mi familia, es algo que se los voy agradecer siempre a mi tío David que siempre me molestaba y me decía que tenía que terminar, de igual forma a mi tía Tonita, que nunca dejo de darme aliento en mi diario caminar. A todos ustedes gracias

A la familia de Nikita: Don Mario, Niña Jenny, Mazen, Pookey y Joshua, Gracias por el cariño y el apoyo que me han dado, todos sus consejos y el constante apoyo que me han demostrado, Nikita: a ti amor porque creíste en mí, me llenaste de fe y de voluntad, cosas que me sirvieron para poder afrontar con más responsabilidad el arduo camino que me llevo

a culminar con mi carrera, a ti te agradezco y mantén presente que siempre confiando en Dios lograremos las cosas que nos proponíamos, te amo y te adoro.

A mi asesor de Tesis y su Familia: Ing. Pacas, bien dicen que las cosas buenas le pasan a la gente buena, no me queda más que agradecer de corazón, todo el apoyo que nos dio desde el primer día, Dios derramara siempre bendiciones sobre usted y su familia, gracias por las veces que se desvelo con nosotros, creyó en nosotros, confió en nosotros y ahora aquí estamos entregando esta tesis.

A mi compañero de Tesis y su familia: Henry gracias, porque fuiste de bendición, de ayuda, de apoyo, fuiste la persona que soñó con esta meta, que creyó que lo íbamos a lograr, cuantas cosas sucedieron para que pudiésemos llegar hasta aquí, te agradezco por tu amistad y el cariño que mostro tu familia para con mi persona, viejo aquí estaré siempre para ayudarte en lo que se pueda y no dejes que nada aparte tu vista de Dios.

Al personal Administrativo de la Universidad, desde Rectoría hasta Administración Académica, no dejare pasar por alto, todo lo bueno que me he llevado de la Universidad, he disfrutado cada momento que he pasado en ella, he conocido personas que me han ayudado mucho y han confiado en mí, no queda más que decir Gracias desde lo más profundo de mi corazón.

A mis amigos, compañeros de clases, a las personas que en este camino se cruzaron y formaron parte de mi vida, quienes me ayudaron a llegar hasta donde estoy, a quienes el simple hecho de compartir un momento de alegría, de desvelo, de cólera y de todo un poco. A todos ellos les agradezco porque aprendí algo de cada uno de ustedes y sirvió para concluir con mi carrera, Gracias.

El principio de la sabiduría es el temor de Jehová;
los insensatos desprecian la sabiduría y la enseñanza.

PROVERBIOS 1:7

Oscar Jesús Villatoro Alas

INDICE

| | |
|--|------|
| I. INTRODUCCIÓN | i |
| II. OBJETIVOS | iv |
| III. ALCANCES Y LIMITACIONES | v |
| IV. IMPORTANCIA | vii |
| V. JUSTIFICACIÓN | viii |
| VI. ANTECEDENTES | x |
| VII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN | xv |
| CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS | 1 |
| 1.1 Desechos Sólidos..... | 2 |
| 1.1.2 Clasificación de los Desechos | 2 |
| 1.2 Fuentes y tipos de Desechos Sólidos..... | 3 |
| 1.3 La Problemática de los Desechos Sólidos | 6 |
| 1.4 Reutilización de los Desechos Sólidos | 7 |
| 1.4.1 Desechos inorgánicos y su reutilización..... | 7 |
| 1.4.2 Desechos Orgánicos y su reutilización..... | 8 |
| 1.4.2.1 Compostaje | 9 |
| 1.4.2.2 El Vermicompost | 9 |
| 1.4.2.3 Digestión anaerobia | 9 |
| CAPITULO II: LA LOMBRICULTURA | 10 |
| 2.1 Definición | 10 |
| 2.2 La Lombriz | 11 |
| 2.2.1 Clasificación de la lombriz..... | 11 |
| 2.2.2 Hábitos de vida de la lombriz roja californiana | 12 |
| 2.2.2.1 Hábitat de la lombriz roja californiana..... | 12 |
| 2.2.2.2 Reproducción de la lombriz roja californiana..... | 12 |
| 2.2.2.3 Fisionomía de la lombriz roja californiana | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.3 Depredadores..... | 15 |
| 2.2.4 Razones para explotar el cultivo de lombriz..... | 16 |
| 2.3 Preparación y manejo de la lombricultura..... | 20 |
| 2.4.2 preferencias alimenticias de la lombriz..... | 27 |
| 2.5 El Vermicompost..... | 29 |
| 2.5.1 Definición..... | 29 |
| 2.5.2 Composición..... | 29 |
| 2.5.3 Características..... | 30 |
| CAPITULO III: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL Y PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS ORIGINADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL DE OLOCUILTA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ..... | 32 |
| 3.1 Metodología para la determinación del diagnostico de la situación actual del manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta..... | 32 |
| 3.1.1 Recolección de la información..... | 32 |
| a. Consultas..... | 33 |
| b. Investigación de Campo..... | 33 |
| 3.1.2 Técnicas utilizadas para la recolección de información..... | 33 |
| 3.1.2.1 Observación directa..... | 33 |
| 3.1.2.2 Entrevista..... | 34 |
| 3.1.2.3 Pre-investigación..... | 34 |
| 3.1.2.4 Encuesta..... | 34 |
| 3.1.2.5 Vista de distribución del mercado municipal..... | 34 |
| 3.1.3 Resultados provenientes de los instrumentos utilizados..... | 34 |
| 3.1.3.1 Observación directa..... | 34 |
| 3.1.3.2 Entrevista..... | 35 |
| 3.1.3.3 Pre-investigación..... | 35 |
| 3.1.3.4 Encuesta..... | 36 |
| 3.2 Análisis de la información..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1 Diagrama kauro Ishikawa (Diagrama Causa y efecto)..... | 44 |
| a. Análisis del Diagrama..... | 46 |
| 3.3 Situación actual sobre el manejo de desechos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de la alcaldía de Olocuilta | 50 |
| 3.3.1 Ubicación | 50 |
| 3.3.2 Topografía | 51 |
| 3.3.3 clima | 52 |
| 3.3.4 Características..... | 52 |
| 3.3.5 Mercado municipal de Olocuilta | 54 |
| 3.3.6 Manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta..... | 57 |
| 3.3.6.1 Generación | 58 |
| a. Calendario del análisis | 58 |
| b. Fuentes generadoras de residuos | 58 |
| c. Resultados | 59 |
| d. Caracterización de los desechos | 60 |
| e. Resultados del cuarteo..... | 64 |
| 3.3.6.2 Recolección | 66 |
| 3.3.6.3 Disposición Final | 71 |
| 3.3.7 Diagnostico de la situación actual dentro del mercado municipal de Olocuilta | 72 |
| 3.4 Propuesta del plan de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal de la alcaldía de Olocuilta. | 73 |
| 3.4.1 Metas del Plan de Manejo..... | 74 |
| 3.4.2 Objetivos del Plan de Manejo de Desechos Sólidos | 75 |
| 3.4.3 Secuencia de los pasos para efectuar el plan de manejo de los desechos Sólidos en el mercado municipal de Olocuilta | 75 |
| PASO I: Logística | 75 |
| PASO II: Separación de los desechos..... | 79 |
| PASO III: Transporte y disposición final | 87 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO IV: PRODUCCIÓN DEL VERMICOMPOST MEDIANTE EL USO DEL ECODISEÑO | 88 |
| 4.1 Ecodiseño..... | 91 |
| 4.1.1 Ecodiseño: regulaciones y decretos ambientales | 93 |
| 4.1.2 Estímulos Internos para la alcaldía municipal de Olocuilta en relación al manejo de los desechos del mercado municipal..... | 95 |
| 4.1.2.2 Necesidad de obtener beneficios según la propuesta..... | 95 |
| 4.1.2.3 Expectativa en cuanto en la innovación de los residuos..... | 97 |
| 4.1.2.4 Sentido de responsabilidad ambiental de las autoridades municipales | 99 |
| 4.1.3 Estímulos externos..... | 99 |
| 4.1.3.1 Demanda de mercado Nacional | 99 |
| 4.1.3.2 Gobierno y legislación | 100 |
| 4.2 Problemas ambientales que justifican el ecodiseño..... | 100 |
| 4.3 Pasos para establecer un plan de ecodiseño para el tratamiento de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta en la zona de compostaje. | 102 |
| 4.3.1 Paso 1: Organización y estrategia empresarial..... | 102 |
| 4.3.1.1 Propuesta de formación de un equipo de trabajo para el manejo de los desechos.. | 102 |
| 4.3.1.2 El papel de la alcaldía municipal de Olocuilta | 103 |
| 4.3.1.3 Coordinador del proyecto..... | 103 |
| 4.3.1.4 El papel del departamento de sanidad ambiental | 104 |
| 4.3.1.5 Papel de las personas involucradas | 104 |
| 4.3.1.6 Análisis FODA | 106 |
| 4.3.2 Paso 2: Selección de producto | 108 |
| 4.3.2.1 Definición de criterios de selección | 108 |
| 4.3.2.2 Nivel de calidad del producto orgánico vs el producto sintético. | 109 |
| 4.3.2.4 Duración del ciclo de vida | 113 |
| 4.3.3 Paso 3: Análisis del producto..... | 114 |
| 4.3.3.1 Lista de control de ecodiseño | 117 |

| | | |
|---|---|------------|
| 4.3.3.2 | Análisis interno del producto | 118 |
| 4.3.4 | Paso 4: Generación y selección de nuevas ideas | 120 |
| 4.3.4.1 | Estrategia de diseño en el ciclo de vida | 120 |
| 4.3.5 | Proceso secuencial para la obtención del vermicompost | 122 |
| CAPITULO V: PROPUESTA DE OBTENCION DEL VERMICOMPOST EN UNA ZONA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS ORGANICOS | | 125 |
| 5.1 | Producto | 125 |
| 5.1.2 | Insumos | 126 |
| 5.1.2.1 | Insumos requeridos..... | 126 |
| 5.2 | Tamaño del terreno para la zona de compostaje | 127 |
| 5.2.1 | la maquinaria / equipo..... | 127 |
| 5.2.2 | la organización. | 130 |
| 5.2.3 | Capacidad de producción de la zona de compostaje..... | 131 |
| 5.3 | Localización del terreno para la zona de elaboración del vermicompost | 134 |
| 5.3.1 | Condicionantes a tomar en cuenta dentro del proceso de fabricación de vermicompost | 137 |
| 5.4 | Planeación de áreas dentro de la zona dedicada al tratamiento de desechos orgánicos originados en el Mercado Municipal de Olocuilta, Departamento de la paz. | 140 |
| 5.4.1 | Especificaciones de áreas para el terreno de tratamiento de desechos orgánicos | 145 |
| 5.4.2 | Terreno para el tratamiento de desechos sólidos orgánicos | 146 |
| 5.4.3 | Proceso de fabricación del vermicompost | 147 |
| 5.4.3.1 | Diagrama de procesos | 150 |
| 5.5 | Costos, inversiones, utilidades y PSRI (Periodo simple de recuperación de la inversión) | 153 |
| 5.6 | Organización de la entidad que respalda la propuesta (alcaldía municipal de Olocuilta) | 161 |
| 5.6.1 | Manual de puestos | 162 |
| VIII. CONCLUSIONES | | 165 |
| IX. RECOMENDACIONES..... | | 167 |
| X. FUENTES DE INFORMACION | | 168 |

| | |
|---------------------------|------------|
| XI. GLOSARIO | 172 |
|---------------------------|------------|

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO 1: Empresas centroamericanas que han implementado el ecodiseño en sus productos..... | 180 |
| ANEXO 2: Encuesta..... | 181 |
| ANEXO 3: Diagrama kauro Ishikawa (Espina de pescado)..... | 183 |
| ANEXO 4: Método del cuarteo..... | 185 |
| ANEXO 5: Reglamento para la producción, procesamiento y certificación de productos orgánicos..... | 186 |
| ANEXO 6: Producción detallada de vermicompost..... | 202 |
| ANEXO 7: Carta de validación de la propuesta de implementación por parte de las autoridades ambientales del municipio de Olocuilta..... | 204 |
| ANEXO 8: Datos económicos de la propuesta del plan de manejo de desechos sólidos... | 205 |
| ANEXO 9: Datos económicos de la zona propuesta para el tratamiento de los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta..... | 206 |
| ANEXO 10: Ahorro anual de gastos por manejo de desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta..... | 214 |
| ANEXO 11: Municipio de Olocuilta..... | 215 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla No. 1: Fuentes de generación de desechos sólidos..... | 4 |
| Tabla No. 2: Componentes del humus de Lombriz..... | 19 |
| Tabla No. 3: Producción de lombrices..... | 26 |
| Tabla No. 4: Causas relacionadas a la espina Materiales | 46 |
| Tabla No. 5: Causas relacionadas a la espina Maquinaria..... | 47 |
| Tabla No. 6: Causas relacionadas a la espina Mano de obra..... | 48 |
| Tabla No. 7: Causas relacionadas a la espina Maquinaria..... | 49 |
| Tabla No. 8: Estaciones de El Salvador..... | 52 |
| Tabla No. 9: Fuentes generadoras de desecho en estudio..... | 58 |
| Tabla No. 10: Generación de desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta..... | 59 |
| Tabla No. 11: Caracterización de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta..... | 64 |

| | |
|---|-----|
| Tabla No. 12: Resultado final de la caracterización de los desechos sólidos por el método de cuarteo..... | 65 |
| Tabla No. 13: Posibles recicladoras..... | 80 |
| Tabla No. 14: Elementos del proceso productivo del vermicompost..... | 105 |
| Tabla No. 15: Análisis FODA de la utilización de lombricultura..... | 107 |
| Tabla No. 16: Componentes del humus de Lombriz..... | 110 |
| Tabla No. 17 Fertilizantes y sus propiedades vrs el Vermicompost | 111 |
| Tabla No. 18: Caracterización de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta..... | 112 |
| Tabla No. 19: Lista de control de ecodiseño..... | 117 |
| Tabla No. 20: Precio de productos sintéticos y vermicompost..... | 118 |
| Tabla No. 21: herramientas..... | 129 |
| Tabla No. 22: Recurso humano para la producción de vermicompost..... | 130 |
| Tabla No. 23: Simbología utilizada para los análisis de procesos..... | 150 |
| Tabla No. 24: Costos de materia prima..... | 153 |
| Tabla No. 25: Costos indirectos..... | 155 |
| Tabla No. 26: Costos de mano de obra..... | 155 |
| Tabla No. 27: sueldos de persona de la zona de tratamiento..... | 156 |
| Tabla No. 28: Costos administrativos..... | 156 |
| Tabla No. 29: Costos de transporte..... | 156 |
| Tabla No. 30: Costos de inversión..... | 157 |
| Tabla No. 31: Costos de infraestructura | 157 |
| Tabla No. 32: Costos de operación anuales..... | 158 |
| Tabla No. 33: Proyección de ingresos mensuales..... | 159 |
| Tabla No. 34: Proyección de ventas anuales..... | 160 |
| Tabla No. 35: Utilidades anuales | 160 |
| Tabla No. 36: Periodo simple de la recuperación de la inversión..... | 160 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura No. 1: Metodología de la investigación..... | xvi |
| Figura No. 2: Separación de los desechos inorgánicos..... | 7 |
| Figura No. 3: Vista de órganos y componentes de una lombriz roja californiana..... | 14 |

| | |
|--|-----|
| Figura No. 4: Diagrama kauro Ishikawa..... | 45 |
| Figura No. 5: “Espina Materiales” | 46 |
| Figura No. 6: “Espina Maquinaria” | 47 |
| Figura No. 7: “Espina Mano de obra” | 48 |
| Figura No. 8: “Espina Métodos” | 49 |
| Figura No. 9: Municipio de Olocuilta, departamento de la paz | 51 |
| Figura No. 10: Municipio de Olocuilta, departamento de la paz..... | 53 |
| Figura No. 11: Distribución de zonas del mercado municipal de Olocuilta..... | 55 |
| Figura No. 12: Responsable del plan de manejo de desechos sólidos..... | 74 |
| Figura No. 13: Secuencia de pasos para efectuar el plan de manejo de desechos sólidos...75 | |
| Figura No.14: Plan de manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta..... | 76 |
| Figura No. 15: Generación de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta..... | 82 |
| Figura No. 16: Contenedor verde para desechos orgánicos..... | 83 |
| Figura No. 17: Contenedor amarillo para desecho orgánico e inorgánico no reciclable..... | 83 |
| Figura No. 18: Contenedor verde para desechos reciclables | 84 |
| Figura No. 19: Pasos del ecodiseño..... | 91 |
| Figura No. 20: Ciclo de vida de un producto reciclado..... | 94 |
| Figura No. 21: Ventajas del vermicompost..... | 98 |
| Figura No. 22: problemas ambientales que justifican el ecodiseño..... | 101 |
| Figura No. 23: Jerarquía de cargos para el manejo del plan de manejo de desechos..... | 104 |
| Figura No. 24: Alimentos no aptos para el proceso de alimentación de las lombrices rojas californianas..... | 112 |
| Figura No. 25: Duración del ciclo de vida para los desechos orgánicos..... | 113 |
| Figura No. 26: Rueda LIDS..... | 120 |
| Figura No. 27: Volumen de la cama de vermicompost..... | 133 |
| Figura No. 28: Organigrama de la alcaldía de Olocuilta..... | 161 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|-----|
| Fotografía No. 1: Lombriz roja californiana | 15 |
| Fotografía No. 2: Lombriz roja californiana | 17 |
| Fotografía No. 3: Cajas para vermicompostar..... | 21 |
| Fotografía No. 4: Vermicompost | 22 |
| Fotografía No. 5: Caja de madera con fondo de zinc | 23 |
| Fotografía No. 6: Contenedores a pie de cría..... | 24 |
| Fotografía No. 7: Humedad del vermicompost..... | 27 |
| Fotografía No. 8: Localización del mercado municipal de Olocuilta, departamento de La Paz..... | 54 |
| Fotografía No. 9: Mezclado de desechos sólidos | 60 |
| Fotografía No. 10: División de desechos sólidos | 61 |
| Fotografía No. 11: Reducción de desechos sólidos | 61 |
| Fotografía No. 12: Desechos Sólidos a 50 litros de volumen | 62 |
| Fotografía No. 13: Separación de desechos sólidos..... | 62 |
| Fotografía No. 14: Desechos Sólidos separados..... | 63 |
| Fotografía No. 15: Pesado de los desechos con los cuales se determino la caracterización. | 63 |
| Fotografía No. 16: Área de disposición temporal (mercado)..... | 67 |
| Fotografía No. 17: Área de disposición temporal (mercado)..... | 68 |
| Fotografía No. 18: Área de puestos transitorios | 69 |
| Fotografía No. 19: Área de puestos transitorios | 70 |
| Fotografía No. 20: Área de comedor..... | 71 |
| Fotografía No. 21: Vista de área de disposición temporal (atrás de malla ciclón) | 71 |
| Fotografía No. 22: desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta..... | 122 |
| Fotografía No. 23: Segregación de los desechos orgánicos..... | 122 |
| Fotografía No. 24: Clasificación de los desechos orgánicos | 123 |
| Fotografía No. 25: Elaboración del compostaje | 123 |
| Fotografía No. 26: Camas experimentales..... | 124 |
| Fotografía No. 27: Obtención del vermicompost | 124 |
| Fotografía No. 28: Medidor de PH y temperatura | 127 |
| Fotografía No. 29: Terreno para zona para el tratamiento de desechos orgánicos..... | 135 |
| Fotografía No. 30: Terreno para zona para el tratamiento de desechos orgánicos..... | 136 |

I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales formas de poder obtener ganancias e insumos que sean rentables y sostenibles para una sociedad es mediante la aplicación de tecnologías o programas que ayuden a mantener una constante búsqueda de productos que sean útiles para la misma.

En la actualidad la mayoría de desechos tirados a los vertederos son productos orgánicos, el país produce aproximadamente 2500 toneladas de basura diaria, el 80% de esta basura es de origen orgánica de las cuales el 37% va a parar a botaderos a cielo abierto.¹

Los desechos orgánicos son un problema de importancia nacional por lo tanto es necesario recalcar que el problema de estos se puede enfocar en la generación de una iniciativa de nuevos productos a partir de estos residuos dirigidos a la no contaminación del medio ambiente.

Al buscar formas en las cuales se puedan manejar dichos desechos, se pueden lograr resultados positivos y de índole social. Lo que se busca es poder beneficiar a los integrantes del mercado municipal de Olocuilta y sus alrededores, esto se hará por medio de un plan de manejo de desechos sólidos que se enfocara, primeramente en la separación de los residuos orgánicos, y que por medio de una caracterización de los desechos sólidos, las personas del mercado municipal puedan formar parte en las tareas de recolección de desechos reutilizables, los cuales pueden generar un beneficio extra.

Una vez realizado el plan de manejo de los desechos sólidos provenientes del mercado municipal de Olocuilta, se propone la creación de zona de tratamiento de desechos orgánicos, en dicho plan se manejan términos de investigación, se mencionan propiedades y atributos de una técnica de agricultura utilizada recientemente para fines comerciales. Tal es el caso de la lombricultura que consiste en el tratamiento de los desechos orgánicos que tienen que ser manejados con criterios y normas de producción adecuadas que sirvan para

¹ Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, Gobierno de El Salvador, memoria de labores de Junio 2002 a Mayo 2003.

determinar canales de manejo, tratamiento y obtención de un producto ecodiseñado como lo es el vermicompost.

El manejo de los desechos orgánicos por medio de la lombricultura tiene como objeto la reconversión de residuos biodegradables, tratándolos y convirtiéndolos en fertilizantes orgánicos, esto generará una nueva opción en el manejo de los desechos, reduce costos de operación y envío, generando así una oportunidad de comercialización del producto ecodiseñado. El ecodiseño como punto principal de esta investigación es una herramienta clave para la creación o renovación de productos que interfieren con el desgaste del medio ambiente, en nuestro caso estamos enfocados en manejar aquellos desechos que si están expuestos al aire libre pueden generar contaminación, lixiviados, y por consiguiente un posible foco de enfermedades.

El hacer énfasis en la gestión ambiental y el producto ecodiseñado propuesto es cuando nos enfocamos en un punto de importantísima discusión. Con el vermicompost se reducen grandemente los costos de energía por su fabricación, no existe materia prima desperdiciada debido a que las lombrices digieren la basura previamente compostado estos desechan el 60% de su alimentación, lo cual significa que este 60% es convertido en vermicompost, la lombricultura es una técnica de producción mas limpia y no genera un impacto ambiental negativo, debido a que no hay generación de contaminación en el proceso de obtención del vermicompost, la calidad que posee el vermicompost mejor en cuanto a propiedades y se genera un ahorro de compra en el uso y mezcla de abonos sintéticos, es necesario recalcar que para el presente caso, se genera también un ahorro en cuestión de envío de desperdicios a los vertederos.

Como producto ecodiseñado es fácil de utilizar y como tal cumple las regulaciones ambientales aplicables y se abren las oportunidades de hacer negocios “verdes” debido a la expansión de los mercados de productos orgánicos alrededor del mundo, la transformación se llevará a cabo sistemáticamente detallando cómo se hará el proceso de recolección, y cómo se realizará el proceso de transformación de los desechos orgánicos.

En el presente documento se hace la propuesta de la creación de una zona para la producción de Vermicompost en las cuales se discuten tareas necesarias que se deben realizar antes de su establecimiento, herramientas necesarias para determinar el proceso de

producción dentro de la misma, manejo y desplazamiento de los materiales y la evaluación económica de la propuesta misma.

La colaboración de los sectores involucrados es de suma importancia por el énfasis en elaborar una propuesta de implementación del manejo de los desechos orgánicos, mediante un diseño de un plan de recolección orientado al mercado municipal de Olocuilta.

Dicha colaboración e información recabada en estos documentos servirá para poder obtener una propuesta para el manejo de residuos orgánicos en este municipio, dicho municipio se encuentra ubicado en el departamento de La Paz, pretendiendo generar como producto ecodiseñado "Vermicompost".

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Realizar una propuesta para poder implementar el tratamiento de los desechos orgánicos biodegradables provenientes del mercado municipal de Olocuilta y obtener un producto final mediante el uso del manual de implementación de ecodiseño en Centroamérica.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar una investigación que permita definir los parámetros que se deben manejar dentro de un plan de manejo de desechos sólidos.
- Recolectar información clave en cuanto a conocimiento de la lombricultura.
- Aplicar las técnicas de ingeniería necesarias para poder proponer una zona en la cual se les dará tratamiento a los desechos sólidos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta, para la elaboración de un producto ecodiseñado.
- Diseñar un plan de manejo de desechos sólidos como herramienta práctica y útil para la separación de los mismos.
- Plantear una evaluación que determine los aspectos económicos que la alcaldía municipal de Olocuilta debe de tomar en cuenta para implementar la propuesta presentada por el grupo de trabajo en relación al manejo de desechos sólidos y así generar un producto ecodiseñado.

III. ALCANCES Y LIMITACIONES

3.1 Alcances

- Se realizará una propuesta a la unidad de medio ambiente de la alcaldía de Olocuilta para implementar un tratamiento de desechos orgánicos en el mercado de este municipio.
- Se elaborará una propuesta de un plan de separación y reutilización de los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta para poder generar un abono orgánico.
- A través de tratamiento de desechos orgánicos se propone la obtención de un abono natural por medio de la lombricultura que consiste en el cultivo de lombrices rojas californianas de las cuales se obtiene el Vermicompost.
- Se propone la creación de una zona de tratamiento de desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta.

3.2 Limitaciones

- La propuesta es un plan piloto para poder separar los desechos que provienen del mercado de Olocuilta. Sin embargo, ésta tendrá que ser evaluada económicamente por la alcaldía para que pueda ser implementada posteriormente.
- El desarrollo de aplicación del ecodiseño para el manejo de desechos sólidos orgánicos está enfocado solamente al mercado municipal de Olocuilta, ubicado en el municipio del mismo nombre.
- Debido a los procesos electorales podría existir la posibilidad tanto para las personas del mercado de Olocuilta como para los de la alcaldía una negación a querer colaborar con dicho plan.
- Aunque exista un acuerdo verbal entre el grupo de investigación y la municipalidad de Olocuilta en apoyar la propuesta de implementación del manejo de los desechos sólidos, esto no significa que haya un compromiso por parte del grupo de trabajo y la municipalidad de realizarlo.
- El grupo de trabajo elaboro una propuesta de una zona especifica para el tratamiento de desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta queda a disposición de las autoridades municipales el implementarlo.
- No existe datos estadísticos de cuanto es la población en el mercado debido a que la mayoría de estos son puestos transitorios.
- No hay datos históricos acerca de un plan de manejo de desechos dentro del mercado municipal de Olocuilta.
- En relación a los aspectos económicos, la alcaldía no proporciono el monto de cuanto dinero es destinado para la elaboración de estos tipos de propuestas, dicha información no se presento debido al ambiente electoral existente.
- Los municipios manejan sus propuestas económicas por medio de alianzas con ONG's u entidades financieras internacionales lo que limito el poder detallar la fuentes de financiamiento.

IV. IMPORTANCIA

Uno de los principales problemas de contaminación del suelo es la alta generación de desechos sólidos en todo el país.

En El Salvador se estima que la producción de desechos sólidos de carácter municipal es aproximadamente de 2,600 ton/día. El promedio de tasa de generación por habitante en el área urbana por día es de 0.63 kg/hab/día y en el área rural es de 0.15 kg/hab/día. Eso significa que cada habitante del área urbana produce anualmente 229.95 kg/año y del área rural, 54.75 kg/año. (Modelo de manejo integrado de desechos sólidos Promode/GTZ, 2005)

Esto hace que se tome en cuenta el desarrollar ideas sobre las formas en las cuales se pueden trabajar los residuos sólidos y en específico aquellos de carácter orgánico para la obtención de abonos por medio del tratamiento de los mismos.

Se hace énfasis a la importancia que tiene la lombricultura como medida de solución para el tratamiento de los desechos orgánicos, esto es debido a su facilidad de manejo e implementación, así como también el buen aprovechamiento de sus propiedades dentro del proceso de generación de vermicompost como un producto ecodiseñado, esto hace que se genere una gran expectativa en cuanto a obtener beneficios tanto para la municipalidad como para las personas que estén interesadas en aplicar dicha técnica.

V. JUSTIFICACIÓN

Debido a que los desechos en el mercado Municipal de Olocuilta no están siendo tratados adecuadamente se pierde la ocasión de poder manejarlo de una forma sutil y eficiente. Así como también se pierde la oportunidad de que por medio de un plan de separación de los mismos existan resultados que beneficiarían a la Alcaldía del municipio y su sociedad.

Olocuilta es un municipio conocido internacionalmente como centro de atractivo turístico en relación a la venta de pupusas que se da en el sector, es necesario recalcar que Olocuilta es un fuerte generador de desechos orgánicos, estos no son tratados ni reutilizados y son enviados a los vertederos, generan un gasto de envío y manejo de los desechos que son pagados por la alcaldía.

El grupo de trabajo enfoca los esfuerzos de una propuesta de implementación de ecodiseño para desarrollar un producto que provea de beneficios a la municipalidad. Este producto se elaborara con una propuesta de implementación del manejo de los desechos orgánicos del Mercado municipal de Olocuilta, la cual consiste en el manejo de los desechos sólidos orgánicos. Debido a la cantidad de desechos que se manejan diariamente en el municipio y abonando a esto no existe un plan de manejo adecuado de los desechos orgánicos, se escogió el Municipio de Olocuilta y en específico el Mercado municipal de Olocuilta para proponer una implementación de ecodiseño, para que esta propuesta sirva como base para una posible implementación de manejo de desechos orgánicos tanto de los pupusodromos, así como también el municipio en general.

Generalmente en las alcaldías el manejo de los desechos provenientes de los mercados solamente se divide en dos pasos que son: la recolección de éstos y su disposición final. Con dicha medida se pierde la utilización de pasos importantes como la separación y la transformación de los mismos. Generando más costos debido al gran tonelaje de basura que manejan, haciendo que su disposición final sea transportarlos a los lugares indicados para ello, en los cuales es nulo su aprovechamiento.

El manejo integral de los desechos sólidos se realiza de la siguiente forma: la recolección de los desechos, su separación, transformación y su disposición final.

Esto es porque los desechos orgánicos pueden ser tratados de diferentes formas para poder obtener un abono ecodiseñado en la cual los desechos orgánicos son base de su creación. En este caso se utilizará la lombricultura que consiste en la alimentación de lombrices rojas californianas con este material orgánico, las cuales los transformarán por medio de su tracto digestivo en Vermicompost. Siendo este el producto ecodiseñado final.

Se pretende realizar un Desarrollo de aplicación del ecodiseño para el manejo de desechos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Olocuilta, Departamento de la paz, mediante un plan de separación de los desechos biodegradables y no biodegradables, con el objetivo principal de utilizar los productos orgánicos para la elaboración final del vermicompost, haciendo uso del manual de implementación de ecodiseño en Centroamérica.

Es necesario destacar que el Vermicompost presenta un menor consumo de mano de obra o maquinaria, y se caracteriza por tener una rápida descomposición de los desechos, y la materia orgánica se estabiliza mejor, esto quiere decir que el tiempo en el cual se obtiene el vermicompost es menor.

Es por eso que se propone una implementación de ecodiseño para la fabricación de Vermicompost, debido a que existen características que son ventajosas, tales como lo son: bajos costo de mantenimiento, eficacia en la obtención del abono y eficiencia en cuanto a crecimiento de vegetales. Aunque la inversión en la compra de las lombrices es alta, la recuperación de la misma es recobrada en poco tiempo debido a que los resultados se ven a corto plazo.

Por tal razón el Vermicompost como producto final de un proceso de ecodiseño, brindará las propiedades orgánicas necesarias para un cultivo sostenible mediante el uso de abono orgánico siendo el sustituto del abono químico. De esta forma se podrá conservar y realizar un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo del suelo y el agua por medio de los recursos naturales disponibles (Compostaje).

VI. ANTECEDENTES

6.1 Antecedentes del manejo de los desechos en el municipio de Olocuilta

El manejo de desechos sólidos para las municipalidades en El Salvador ha sido un proceso que ha venido evolucionando durante el paso del tiempo, puesto que anteriormente el servicio se prestaba sin ninguna alteración en los costos por el funcionamiento del mismo, pero a medida que la población ha aumentado y los hábitos de consumo han cambiado este servicio se ha convertido en un verdadero problema para las administraciones municipales por el hecho de incrementar presupuestos de manejo de desechos.²

En el caso de el municipio de Olocuilta fue hasta inicios del año 2000 que se dieron los primeros pasos y surgieron las primeras iniciativas para buscar un sitio para disponer adecuadamente los residuos sólidos generados en el municipio, lo que propició la firma de un contrato con una empresa de manejo integral de desechos sólidos, que vino a disminuir notablemente la contaminación ambiental y a disminuir progresivamente los impactos negativos a la salud, ocasionados por el mal manejo de los residuos sólidos.²

Actualmente la municipalidad dispone de los residuos sólidos que genera la población de Olocuilta, en un vertedero controlado, que fue construido a nivel de microrregión por Los Nonualcos y Anastasio Aquino, el cual es administrado por una empresa descentralizada.

Todo esto se hizo en cumplimiento al decreto legislativo 237 en el que se le exigía a las municipalidades el cierre de los botaderos a cielo abierto y se les obligó a las mismas a disponer los residuos generados en sitios adecuados (relleno sanitario).

Al entrevistar al encargado del área de medio ambiente de la alcaldía municipal de Olocuilta nos mencionó que: “a pesar de esto, el problema no está del todo solucionado, ya que los costos siguen siendo mayores que lo que la municipalidad percibe por prestar el servicio, lo que pone en evidencia que el servicio no es auto-sostenible”.

² Datos analizados por el equipo de trabajo en la Unidad Ambiental Municipal, Alcaldía de Olocuilta.

Pero es importante mencionar que se han empezado a implementar campañas de educación ambiental y de reciclaje, pero aún éstas se hacen de manera muy esporádica por no tener un plan de acciones definido.

De acuerdo al encargado de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Olocuilta, hace referencia que: "En años anteriores la municipalidad disponía los residuos en un botadero a cielo abierto ubicado a menos de 5 km del casco urbano del municipio. Sitio en el que las quemadas ocasionaban graves daños a la superficie del suelo y al aire, y las aguas tanto superficiales como subterráneas sufrían un gran impacto por la contaminación generada por los lixiviados. De igual manera se afectaba a la fauna y la flora de la zona".

Es por esta razón que se recomienda el uso de la lombricultura como tratamiento para los desechos sólidos orgánicos.

6.2 Antecedentes generales de la lombricultura

Como dato general tanto los antiguos egipcios como los romanos empleaban lombrices para mejorar las cosechas y que existiera una mayor abundancia y así poder enfrentar los tiempos de escases. Un ejemplo claro del legado que dejaron dichos antepasados a la civilización actual es la fertilidad que existe en los alrededores del río Nilo.

Las primeras referencias acerca del conocimiento de la importancia de las lombrices de tierra datan de los años 884-322 antes de nuestra era cuando Aristóteles las llamó el intestino de la tierra. En 1777 Gilbert White escribió "El gusano de tierra en apariencia ínfimo eslabón de la cadena de la naturaleza, dejaría si desapareciera, un lamentable vacío..." ya que ellas cierran el ciclo de la vida "*Los gusanos de tierra parecen ser los grandes promotores de la vegetación*"... "*La tierra sin ellos pronto parecería fría, desierta desprovista de fermentación y por consiguiente estéril*"³(Edwards y Lofty, 1977).

A fines del siglo XIX, el biólogo Charles Darwin se dedicó al estudio profundo de su hábitat y su ciclo de vida. En la primera mitad del siglo XX, el Sr. Hugh Carter, estableció uno de los primeros criaderos a escala industrial en Estados Unidos de Norteamérica. A partir de

³ Edwards, C. y John, L. R. 1977. *Biology of Earthworms*. Chapman and Hall. London. 321 p.p.

la década del 50, la Universidad de California comienza a realizar estudios sobre lombricultura y sus efectos benéficos sobre la agricultura. Se comienza una selección preparando distintas mezclas de alimentos y manteniendo constantes distintos factores como temperatura, humedad y aireación. Estos trabajos permitieron seleccionar un grupo de lombrices más longevas y con un ciclo de reproducción más corto. Con esto se logró una mayor velocidad en el consumo del alimento, al aumentar la población con mucha rapidez. Asimismo, el consumo por individuo se mantuvo constante.⁴

La década del 40 señaló un período de importancia para la demostración experimental del significado de las lombrices y el desarrollo de la cría artificial con diversas finalidades en varios países. Desde el año 1947 existen referencias del empleo de las lombrices de tierra masivamente.⁵

En 1947 zoológicos de E.U.A. empleaban las lombrices para alimentación animal en Francia, Italia, España, Canadá, Estados Unidos de Norteamérica, Colombia, México, Brasil y Perú, se emplean también para producir humus

En América latina, la lombricultura se empezó a desarrollar en la argentina que relacionan esta actividad con Alberto Roth, que cultivaba lombrices en la década del 50, recibiendo un premio en 1957 , por conservar los suelos de manera optima al sur del río grande. Pero esto era en cuanto a lombrices que no se sabe a ciencia cierta qué tipo de lombrices eran. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), fue introducida en el año de 1984 por Kim Gagliardi, pero ya existían especies salvajes de este tipo de lombriz alrededor de 1979.⁶

⁴ Curso de lombricultura (disponible en <http://www.inta.gov.ar/PROCADIS/info/documentos/cursolombricultura1-10.pdf> consultado el 13 de mayo)

⁵ (Ferruzzi, C. 1994, Motler, O. et al 1987). Manual de Lombricultura. Ediciones MundiPrensa. Madrid. 137 p.p.

⁶ Antecedentes de la lombricultura (disponible en http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?option=com_docman&task=doc_details&Itemid=14&gid=21 consultado el 27 de mayo de 2008)

6.2.1 Antecedentes de la lombricultura en El Salvador

En nuestro país, la lombricultura fue introducida en el año 2001 en san Ignacio, departamento de Chalatenango, para generar abono libre de químicos. Luego se empezó a utilizar para producir hortalizas orgánicas sin la ayuda de abonos sintéticos, para que estén libres de químicos en sus propiedades. A finales de 2007, el ensayo de la producción de lombriz les permitió obtener 200 quintales de Vermicompost. Los cuales son utilizados para el proceso de producción de hortalizas. En enero de 2008, lograron unos 400 quintales de abono orgánico, como tal, la lombricultura es una técnica que utiliza a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como una herramienta de trabajo que recicla materia orgánica para que mediante el proceso digestivo de las lombrices, genere abono de alta calidad para los suelos.⁷

El vermicompost es un producto altamente ecodiseñado debido a la forma en la que se fabrica y los beneficios que muestra con el medio ambiente, a pesar de no ser contaminante en su proceso este reduce los desechos de carácter orgánico, lo que comúnmente las personas lo ven como desecho sin utilización.

El ecodiseño es una versión ampliada y mejorada de las técnicas para el desarrollo de productos, a través de la cual la empresa aprende a desarrollarlos de una forma más estructurada y racional, el ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos. El concepto de ecodiseño está contemplado en la agenda de negocios de muchos países industrializados, y es una preocupación creciente en aquellos en desarrollo.

Un aspecto innovador del vermicompost como producto ecodiseñado es su enfoque sobre todo en el ciclo de vida de los desechos orgánicos, que es parte integral de su aplicación.

⁷ El diario de hoy, Viernes 28 de mayo de 2008

6.3 Antecedentes del ecodiseño en Centroamérica

En Centroamérica la aplicación del ecodiseño no es ningún término desconocido, debido a que han existido empresas que han aplicado el ecodiseño en algunos de sus productos, todo esto, para reducir el impacto que estos mismos tengan sobre el medio ambiente, productos amigables con el medio ambiente (Ver anexo 1).

La CEGESTI que es una organización privada, independiente y sin fines de lucro establecida en 1990 con el propósito de promover el desarrollo sostenible en América Latina, ofreciendo servicios integrados de consultoría, capacitación, investigación e información a empresas privadas y públicas, universidades, empresas de base tecnológica y organizaciones gubernamentales, como tal, ha brindado el apoyo necesario para que se implemente el ecodiseño en Centroamérica elaborando un manual que determina los pasos a seguir para los productos ecodiseñados, el manual de implementación de ecodiseño en Centroamérica.

En cuanto a investigaciones, la universidad Don Bosco posee dos trabajos de graduación enfocados al ecodiseño; el primero es en relación a un pupitre ecodiseñado y el otro es relacionado con la disminución de materiales.

VII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

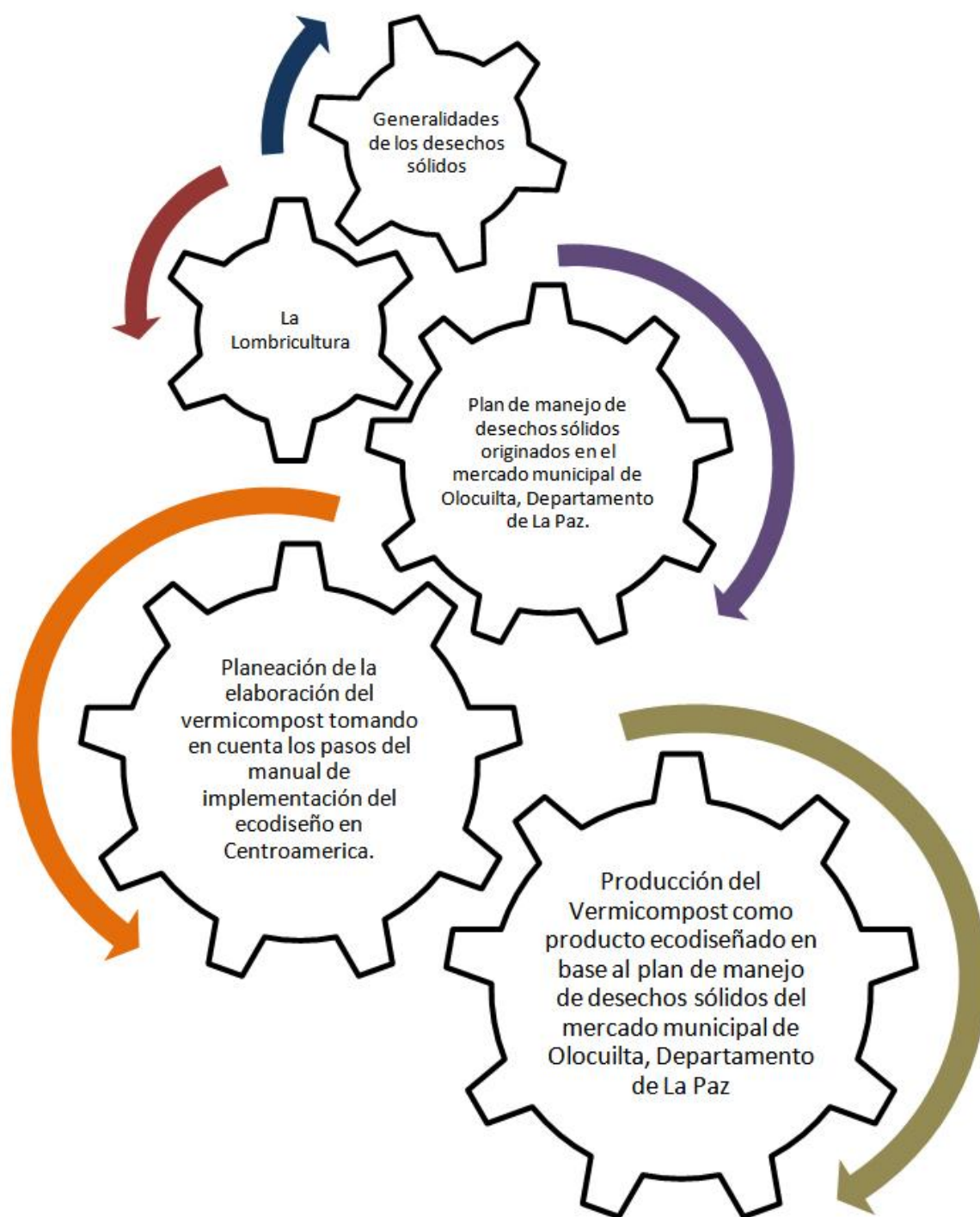
Como pasos a seguir para la investigación y el tratamiento de la temática a discutir dentro de la investigación se pone de manifiesto en una posición de crítica la forma secuencial en la que la investigación se desarrollara, como tal se discutirá sobre el desarrollo de la aplicación del ecodiseño para el manejo de desechos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de Olocuilta, que se encuentra ubicado en el departamento de la paz.

El presente documento es una investigación que se basa en el tratamiento de desechos orgánicos por medio de la lombricultura, generando así un producto ecodiseñado.

Se procederá a conocer las generalidades de los desechos sólidos para identificar cuáles son aquellos desechos que dentro de la investigación interesan como lo son los desechos orgánicos que serán tratados por medio de la técnica denominada Lombricultura que es a grandes rasgos el proceso de trituración que realizan las lombrices rojas californianas por medio de su aparato digestivo y en la cual el humus que generan es el vermicompost moviendo un engrane en cuanto a conocimientos necesarios para el buen funcionamiento de un plan de manejo de los desechos sólidos enfocado al tratamiento de los desechos orgánicos que se generan en el mercado municipal de Olocuilta y que tiene como base fundamental la utilización del manual para la implementación del ecodiseño en Centroamérica la cual provee el funcionamiento de dicho producto y aquellos factores importantes que se deben de tomar en cuenta para la creación de productos ecodiseñados.

Como tal se tiene que describir su proceso de obtención del vermicompost como producto final ecodiseñado, que es el que brindara beneficios a la municipalidad de Olocuilta.

En la figura No.1 se muestra la secuencia que se tomara en cuenta para la investigación.



*Figura No. 1: Metodología de la investigación
Fuente: Elaboración propia.*

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

La generación de desechos sólidos es parte segura de las actividades que realiza una organización o comunidad. Considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos (generación, transportación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), las empresas constituyen el escenario fundamental, en el que se desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos.

Los desechos sólidos causan impactos ambientales, esto se debe a la forma en la que estos son manejados, y que finalmente terminan en vertederos o zonas al aire libre y rellenos sanitarios. Cuando los desechos son quemados en el lugar de generación contaminación al aire, los lixiviados dañan el suelo y al existir cantidades de desechos se pueden generar enfermedades en la población.

Generalmente los desechos sólidos se manejan de la forma en la cual están las operaciones de generación, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final. (Ciclo de vida de los residuos sólidos).

1.1 Desechos Sólidos

Los desechos sólidos, incluyen todos los materiales sólidos y semisólidos que son generados diariamente, se considera si no tienen suficiente valor para retenerlos. Colectivamente, forman la preocupación fundamental en todas las actividades del manejo de desechos sólidos ya sea que el nivel de planeamiento sea local, subregional, o del estado.

1.1.2 Clasificación de los Desechos

Los desechos sólidos son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles o indeseados. El término, como se usa en este texto, incluye todo, y abarca las masas heterogéneas de desechos de comunidades urbanas lo mismo que acumulaciones más homogéneas de desechos agrícolas, industriales y minerales. En un ambiente urbano, la acumulación de desechos sólidos es una consecuencia directa de la vida.

En síntesis los desechos se componen de sólidos inorgánicos y sólidos orgánicos.

- a. *Desechos sólidos orgánicos* (se le denominan a los desechos biodegradables que son putrescibles): restos alimentos, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

- b. *Desechos sólidos inorgánicos* (se le denomina 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):
 - Desechos 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.

- Desechos sólidos pétreos: piedras, rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.
 - Desechos 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, entre estos están los de la industria básica, textil, maquinarias, automovilística, goma y curtido de cueros, petróleo, química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola.
- c. *Desechos peligrosos*: 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.⁸

1.2 Fuentes y tipos de Desechos Sólidos

El conocimiento de las fuentes y tipos de desechos sólidos, junto con datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y operación de los elementos funcionales asociados con su manejo.

Fuentes de Desechos Sólidos

Las fuentes de desechos sólidos están, en general, relacionados con el uso de la tierra y la zonificación.

Aunque se puede clasificar las fuentes hasta un número indeterminado, se han encontrado útiles las siguientes categorías: 1) doméstica, 2) comercial, 3) institucional, 4) construcción y demolición, servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento), 6) desechos sólidos urbanos, 7) plantas de tratamiento incineradoras municipales, 8) Desechos sólidos urbanos, 9) Industrias, 10) Agrícolas. En la tabla 1, se presentan las instalaciones de generación de desechos, actividades o localizaciones típicas asociadas con cada una de estas fuentes. También se identifican los tipos de desechos generados, que se discuten a continuación.

⁸ *Manejo de los desechos sólidos* (disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos-solidos.shtml#composic>. Consultado el: 23 de mayo de 2008)

Tabla No. 1: Fuentes de generación de desechos sólidos⁹

| FUENTES | INSTALACIONES, ACTIVIDADES O LOCALIZACIONES DONDE SE GENERAN LOS DESECHOS | TIPOS DE DESECHOS SOLIDOS |
|---|--|--|
| <i>Doméstica</i> | Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc., unifamiliares y multifamiliares | Desechos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, desechos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, desechos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), desechos domésticos peligrosos |
| Comercial | Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc. | Papel, cartón, plásticos, madera, desechos de comida, vidrio, metales, desechos especiales (ver párrafo superior), desechos peligrosos, etc. |
| Institucional | Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales | (como en comercial) |
| Construcción y demolición | Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos | Madera, acero, hormigón, suciedad, etc. |
| Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento) | Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo | Desechos especiales, basura, barraduras de la calle, recortes de árboles plantas, desechos de cuencas, desechos generales de parques, playas |

⁹ Seminario "Manejo Integral de Desechos Sólidos", Universidad Don Bosco, Departamento de Medio Ambiente, 2005

| | | |
|---|---|---|
| | | y zonas de recreo. |
| Plantas de tratamiento; incineradoras municipales | Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industriales, etc. | Desechos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos. |
| Desechos sólidos urbanos | Todos los citados | Todos los citados |
| Industrial | Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc. | Desechos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Desechos no industriales incluyendo desechos de comida, basura, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales y peligrosos. |
| Agrícolas | Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc. | Desechos de comida, desechos agrícolas, basura, desechos peligrosos |

1.3 La Problemática de los Desechos Sólidos

Toda sociedad genera un desecho, esto es porque la sociedad busca medios para sobrellevar su vida y de cualquier manera todos estos desechos que se generan son evacuados al medio ambiente. En tiempos remotos el problema de los desechos no traía muchas consecuencias debido a la poca población que existía, y la contaminación que se generaba no era significativa.

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 ha perdido, pero que por la situación alimentaria de algunos países se está recurriendo a la generación de productos orgánicos, a partir de fertilizar el suelo con abonos orgánicos.¹⁰

Se puede decir que desde inicios de la civilización humana, nuestra especie 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 humana, la cual se ha incrementado paralelamente al desarrollo de nuestras capacidades y modalidades de producción y consumo. 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 desechos sólidos por habitante.

Desafortunadamente, 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 producimos. Por eso los desechos se han convertido en uno de los principales problemas ambientales y sociales de la era moderna.

¹⁰ Green peace, *Manual ciudadano sobre Desechos sólidos*, 1995, pág. 7.

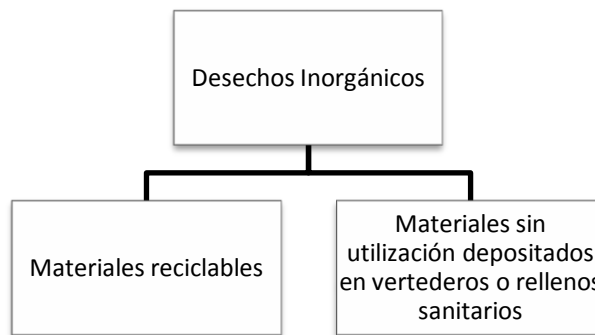
1.4 Reutilización de los Desechos Sólidos

1.4.1 Desechos inorgánicos y su reutilización

El reciclaje es la salida adecuada para disminuir la cantidad de desechos inorgánicos, debido a que la mayoría de estos desechos se pueden volver a utilizar.

En la figura 2, se muestra la forma de separación de los desechos inorgánicos

Figura No. 2: Separación de los desechos inorgánicos



Fuente: Elaboración propia

De esta manera se aprecia que al separar los desechos inorgánicos se generan maneras en las cuales se pueden obtener beneficios.

Esto conseguirá minimizar el impacto ambiental causado por los desechos si se manejan de forma desordenada.

Entre los principales desechos reciclables se encuentran:

- Aluminio
- Vidrio
- Cartón
- Papel
- Plásticos
- Neumáticos
- Metal
- Textiles
- Cueros
- Maderas

1.4.2 Desechos Orgánicos y su reutilización.¹¹

Los desechos de materia orgánica son el principal componente en los residuos sólidos de la sociedad salvadoreña, teniendo una diversidad de entes generadores de desechos en todos los sectores del país.

En el sector residencial, la materia orgánica se produce de una serie de actividades rutinarias como la preparación de alimentos, poda de árboles, corte de grama, comida, frutas, verduras, entre otras.

En el sector comercial, en especial los subsectores de restaurantes y hoteles, la generación de grandes cantidades de residuos orgánicos obliga a retirar en horas nocturnas sus desechos.

En el sector industrial, las empresas agroindustriales generan enormes volúmenes de desechos, los que en su gran mayoría no son aprovechados, siendo depositados y quemados sin ningún tipo de cuidado.

Según el diagnóstico Nacional del Manejo de los desechos sólidos Municipales, realizado en 1997 por the S.M. Grupo para la Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente, (SEMA), la participación de materia orgánica en la composición típica de residuos sólidos de la población salvadoreña es de un 45% a 55%; rango que es semejante con el 58% que señala el Ing. Mauricio Sermeño en su estudio "la basura, ¿Un problema a solucionar o a evitar?", realizado en el mismo año.

En fechas más recientes, el "Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos Sólidos para el área metropolitana de San Salvador", realizado por Kokusai Kogyo Co., LTD y la Universidad Don Bosco en el año 2000, concluyó que un 58% de los residuos sólidos domésticos corresponden a materia orgánica.

Sin duda alguna, por ser el sector rural la principal fuente de generación de desechos orgánicos, es muy posible que los volúmenes señalados por los estudios mencionados se queden cortos, ya que tienen como base primordial la generación de basura de las áreas

¹¹ *Materia orgánica: Estudio para la evaluación mercadológica de los desechos industriales en El Salvador, 2004, pag.23*

urbanas, que son los lugares donde mayores estudios y estadísticas se realizan por ser donde se percibe el mayor impacto debido a las condiciones de alta densidad poblacional.

La generación de desechos orgánicos, implica una serie de impactos ambientales que pueden ser tratados desde diversos puntos de vista, tales como selección de sitios de acopio, riesgo a la salud pública, peligrosidad de contaminación directa a la tierra, mantos acuíferos y aire, así como el traslado y manejo de los desechos para su disposición final.

Los desechos de materia orgánica tienen un potencial elevado para ser utilizados como abonos orgánicos al ser transformados por técnicas como el compostaje, el Vermicompostaje y la Digestión anaerobia.

1.4.2.1 Compostaje

El compost, compostaje, o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el humus obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar .

1.4.2.2 El Vermicompost

Se denomina Vermicompostaje, al proceso a través del cual las lombrices, tras digerir desechos de materia orgánica, producen un abono (humus) natural rico en nutrientes químicos orgánicos que se utilizan como fertilizantes y acondicionadores del suelo, llamado *vermicompost*.

1.4.2.3 Digestión anaerobia

Es un proceso biológico degradativo que usa microorganismos anaeróbicos para estabilizar sólidos orgánicos o biosólidos, o lo que es lo mismo, es la degradación de moléculas complejas en productos más elementales por microorganismos, en un medio sin oxígeno, en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno.

CAPITULO II: LA LOMBRICULTURA

2.1 Definición

La lombricultura es la cría de lombrices para reciclar los residuos orgánicos. La cría de lombrices se utiliza a escala industrial para reciclar los residuos orgánicos tales como: desechos domésticos, orgánicos, entre otros. A esta actividad se le ha dado el nombre de lombricultura.¹²

Esta actividad agrícola es un proceso de biodegradación natural similar al compostaje, con la diferencia importante que el material además de tener el beneficio de acción de la carga microbial (hongos, actinomicetos, bacterias), que existen en el medio natural, pasa por el complejo sistema digestivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) donde ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis, saneamiento y enriquecimiento enzimático y microbial, lo cual trae como consecuencia un aumento sustancial en la velocidad de degradación y mineralización del desecho, obteniendo un producto final de alta calidad química, física y sobre todo microbiológica.¹³

Es con este método con el que se puede lograr un aprovechamiento óptimo de las propiedades que tienen los desechos orgánicos para la creación del Vermicompost, sin que se le esté haciendo un daño al medio ambiente.

¹² Centro de Información y documentación Agropecuario (CIDA) Recopilación bibliográfica de la explotación comercial de las lombrices de tierra. Cuba. Pág. 74.

¹³ Vergel, C. 1991. Lombricultura en Colombia. Lombriver Naturaleza y Vida. Medellín, Colombia. Pág. 12.

2.2 La Lombriz

2.2.1 Clasificación de la lombriz.¹⁴

Los gusanos de tierra pueden dividirse en tres grandes grupos: en el primero encontramos a aquellas lombrices que viven sobre la superficie del suelo (epigeas). Estos se alimentan de hojas secas, estiércol entre otros; Teniendo en cuenta estas cualidades adaptativas se comprenderá porque una destacada exponente de este grupo, la *Eisenia foétida*, ha tenido buenos resultados en el tema de la generación de abono orgánico. Con una provisión regular de alimento y en un ambiente protegido, come diariamente un gramo de residuos orgánicos (el equivalente al peso de un individuo adulto), 60% del cual se convierte en un excelente abono biológico llamado Vermicompost. En las condiciones ideales del criadero disminuye el letargo - período de descanso para soportar las sequías y carencias alimentarias- también aumenta la longevidad (de unos pocos meses en estado silvestre a 16 años en cautiverio).

El segundo grupo lo ocupan los lumbrícidos que pasan toda su vida en el interior del suelo (endogeos). Se alimentan de productos que eliminan las raíces y materia orgánica arrastrada hacia la profundidad por las lluvias o por otros gusanos e insectos. Al evolucionar en un medio más estable su tasa de reproducción es baja y no desarrollaron pigmentos protectores. Constituyen el 20% de la biomasa

Finalmente, alternando entre la superficie y la profundidad, encontramos al grupo de los anécicos, uno de cuyos exponentes, la lombriz de tierra, es sin duda la más conocida y estudiada. Cava túneles en forma de "U" donde pasa la mayor parte del tiempo. Por las noches se asoma a mordiscar restos vegetales arrastrándolos al fondo para devorarlos junto con partículas de tierra. Por eso, si se quiere tener abundantes lombrices grises, siempre debe haber una capa de pasto seco sobre la tierra desnuda.

Estos tres grupos se reparten los recursos disponibles. La mayor parte de lo que ingieren los endogeos es mineral, con los epigeos la relación se invierte: su alimentación es casi exclusivamente orgánica.

¹⁴ *Américo C. Meinicke, Las Lombrices, Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, 1988.*

El tipo de lombriz que analizaremos será las del grupo *Eisenia Foétida* (Lombriz Roja Californiana), la cual será nuestro parámetro de estudio y análisis.

La Lombriz Roja Californiana por lo general, esta especie de Lombriz es de color rojo oscuro, esta lombriz respira por debajo de la piel, mide de 6 a 8 centímetros de largo y de 3 a 5 milímetros de diámetro, el peso de la lombriz es de 1 gramo. Esta clase de gusano no soporta la luz solar, si esta se expone a los rayos del sol, esta muere en pocos minutos.

La lombriz vive aproximadamente unos 15 años, y llega a producir hasta 1300 lombrices al año, esa come mientras avanza en la excavación, y fertiliza el suelo por sus deyecciones.

2.2.2 Hábitos de vida de la lombriz roja californiana

2.2.2.1 Hábitat de la lombriz roja californiana

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, una temporada con temperaturas promedio superior a los 20°C, es decir cualquier lugar con climas templados.

Estas lombrices, a 21°C tienen la máxima capacidad de reproducción, por lo tanto, se reproducirán más durante los meses cálidos. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

2.2.2.2 Reproducción de la lombriz roja californiana

Con respecto a los aspectos reproductivos, Cristales (1996), efectuó ensayos en el área de horticultura de la escuela nacional de agricultura (ENA), evaluando en semilleros de tomates. Los resultados obtenidos muestran una aceptación del Vermicompost que ayuda

notablemente a la germinación de plantas saludables, así también vio las características de expansión en cuanto a la cría de lombrices y el uso del Vermicompost.¹⁵

Por otra parte, investigaciones realizadas en PROCAFE (Fundación Salvadoreña para investigaciones de café), por Lardé (1996) muestra que a través de la experiencia se puede criar lombrices rojas si se utiliza la pulpa de café como sustrato, además ayudó a identificar los factores que han de determinar el éxito o fracaso de los proyectos de lombricultura.¹⁶

2.2.2.3 Fisionomía de la lombriz roja californiana

En cuanto a las características, las lombrices adultas pesan aproximadamente 1 gramo y producen 1 gramo diario de abono, es decir, que comen una cantidad equivalente a su propio peso diariamente, lo cual hace muy interesante a la lombricultura.

Las lombrices forman parte de los oligoquetos, del griego *oligo* (escaso) y *queto* (pelo), por alusión a las diminutas filas de cerdas que recorren su cuerpo en la parte ventral y lateral y que sirven como elementos de agarre durante el desplazamiento.¹⁷

Para excavar, la lombriz contrae los músculos longitudinales, el cuerpo se dilata agrandando la abertura de los túneles. Luego, al contraer los músculos longitudinales, se adelgaza y se desliza. Una buena parte del cuerpo de la lombriz está ocupado por el canal digestivo, tubo que la recorre de un extremo al otro. A medida que el animal cava la galería, incorpora tierra y materia orgánica, humedeciéndola previamente con enzimas para ablandar los tejidos vegetales.

La boca es sólo un orificio con una cavidad en donde entran los alimentos. Los alimentos primero son humedecidos y predigeridos con un líquido parecido a la secreción del

¹⁵ **Cristales, R.1996.** *Reproducción de especies de Eisenia foétida y Eudrilus eugeniae.* El Salvador. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería(ENA).

¹⁶ **Larde, Gerardo. 1996** *Vermicomposteo Industrial; Informe de los resultados, Mayo-diciembre 1995.* Nueva San Salvador, PROCAFE. 15p

¹⁷ **SUQUILANDA, M,** *Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro,* UPS ediciones, Quito, 1997.

páncreas humano. Luego son aspirados por la faringe gracias a la poderosa contracción de sus franjas musculares, haciendo el efecto de una bomba succionadora.

Luego pasa por el esófago, que posee glándulas calcíferas encargadas de neutralizar la acidez de la materia vegetal. El buche empuja el alimento a la molleja donde es molido con poderosas contracciones. Finalmente en el intestino se completa el resto de la digestión y la mayor parte de la absorción.

A pesar de su sencillez estos invertebrados tienen un buen desarrollo de su sistema nervioso, aparato circulatorio, digestivo, excretor, muscular y reproductor.

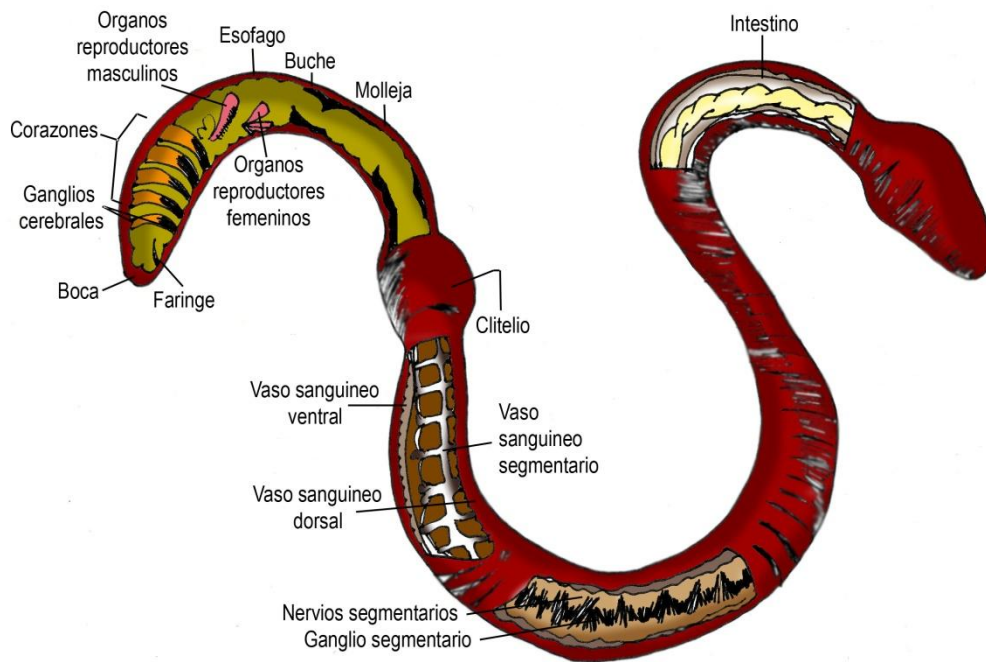


Figura No. 3: Vista de órganos y componentes de una lombriz roja californiana

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 Depredadores

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lombricultor.

Los pájaros son importantes depredadores de las lombrices y pueden acabar poco a poco con un criadero de lombrices, por lo que es aconsejable vigilar si llegan a las literas, si este es el caso, se deberán recubrir con una red o tela de yute que se caracterizan por mantener la humedad y la temperatura.

El ratón es una plaga muy peligrosa para el cultivo de lombrices, pero se puede controlar manteniendo la humedad alta, es decir en un 80%.

La planaria es la plaga de mayor importancia dentro de los criaderos de lombrices, es un Platelmino que puede medir de 5mm a 50mm, de color café oscuro con dos rayas longitudinales de color café. Esta se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el platelminto produce, posteriormente introduce a la lombriz un pequeño tubo de color de blanco absorbiendo todo el interior hasta que muere.

Esta plaga se controla con manejo del alimento, regulando el pH en un 7.5-8. El pH bajo, hace que la planaria se desarrolle y comience su actividad de depredador natural de las lombrices.¹⁸

Las hormigas son depredadores naturales de las lombrices, y pueden acabar en poco tiempo con ellas, no dejando ni una sola lombriz en el criadero. Estas son atraídas principalmente por el azúcar que la lombriz produce al momento de deslizarse por debajo del sustrato; se pueden controlar sin necesidad de químicos con solo que la humedad del lecho se encuentre en el 80%.

Los depredadores indirectos de las lombrices son aquellos que luchan o compiten por el hábitat o el alimento, algunos ejemplos son:

- Quilópodos o ciempiés.

¹⁸ MELENDEZ, J.L. 1996 *El cultivo y manejo de las lombrices con fines Agrícolas y comerciales. Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñones" y escuela de agricultura y ganadería Estelí, San Andrés, El Salvador. pág. 21*

- Diplópodos o milpiés.
- Tijeretas.
- Cochinillas.
- Coleópteros.
- Arácnidos.
- Culebras.
- Caracoles

2.2.4 Razones para explotar el cultivo de lombriz

Además de los grandes beneficios ecológicos que redundan en el bienestar del hombre, la Lombricultura ofrece un balance monetario neto altamente provechoso para el criador.¹⁹



*Fotografía No. 1: Lombriz roja californiana
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

¹⁹ *Catalán, G. I. 1981. A new source of protein, copyright. byPhillippine Earthworm Center. Manila Phillippine. Pág. 27*



Fotografía No. 2: Lombriz roja californiana

La comercialización de lombrices de tierra en Estados Unidos de Norteamérica alcanzó valores de renta de 1,000 millones de dólares en un año. En Filipinas el valor total de humus importado varió 22.1 millones de dólares en 1973 a 51.7 en 1977, con un acumulado en 5 años de \$421,6 millones de dólares (Catalán, G. 1981).²⁰

La lombriz posee una de las más altas tasas de reproducción, indicando que el lombricultor obtiene la duplicación total del plantel de lombrices cada tres meses, llegando a obtener una tasa de reproducción desde 1: 16, es decir que una sola lombriz puede generar 16 descendientes en un año. La proliferación es alta una vez llega a su madurez sexual puede aparearse de 7 a 10 días con un promedio de 2-20 lombrices en cada proceso de fecundación. Se adapta fácilmente al consumo de materia orgánica de origen vegetal y animal.

Es por esta razón que el Vermicompost es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece a las plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces.

²⁰ *Catalán, G. I. 1981. A new source of protein, copyright. by Phillipine Earthworm Center. Manila Phillipine. Pág. 27*

Las experiencias efectuadas en El Salvador con aplicación del vermicompost a suelos sembrados con cultivos tales como tomate, pimiento, frijol, ajo, cebolla y maíz, fueron significativamente satisfactorios en cuanto a la germinación, floración, crecimiento y fructificación.

En comparación con los otros abonos orgánicos tiene las siguientes ventajas:

- Es muy concentrado (1 tonelada de Vermicompost equivale a 10 toneladas de estiércol).
- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- El fósforo es asimilable; en los estiércoles no.
- Alto contenido de microorganismos y enzimas que ayudan a la desintegración de la materia orgánica (la carga bacteriana es un billón por gramo).
- Alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- Un pH estable entre 7 y 7.5.
- La materia prima puede ser cualquier tipo de residuo o desecho orgánico, también se utiliza la parte orgánica de la basura.

| COMPONENTES | VALORES MEDIOS |
|-----------------------|-----------------------|
| Nitrógeno | 1.95 - 2.2% |
| Fósforo | 0.23 - 1.8% |
| Potasio | 1.07 - 1.5% |
| Calcio | 2.70 - 4.8% |
| Magnesio | 0.3 - 0.81% |
| Hierro disponible | 75 mg/l |
| Cobre | 89 mg/kg |
| Zinc | 125 mg/kg |
| Manganeso | 455 mg/kg |
| Boro | 57.8 mg/kg |
| Carbono Orgánico | 22.53 % |
| C/N | 11.55 % |
| Ácidos Húmicos | 2.57 g Eq/100g |
| Hongos | 1500 c/g |
| Levaduras | 10 c/g |
| Actinomicetos total | 170.000.000 c/g |
| Act. Quitinasa | 100 c/g |
| Bacterias aeróbicas | 460.000.000 c/g |
| Bact. Anaeróbicas | 450.000 c/g |
| Relación aer/anaerob. | 1.:1000 |

Tabla No. 2: Componentes del humus de Lombriz.

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C

2.3 Preparación y manejo de la lombricultura²¹

PASO 1. Establecimiento del área de Lombricultura

a. Selección del lugar apropiado

La localización del lugar es un factor de gran significación.

Está determinado por la magnitud y proyección de acuerdo a los objetivos alimentarios, por lo que las dimensiones pueden ser variadas. El área de cultivo extensivo generalmente se considera una unidad de una hectárea para facilitar la mecanización en caso necesario.

Para seleccionarse deben tenerse en cuenta los requerimientos de la lombriz. Conociendo las características y hábitos de vida de ellas, podemos determinar los lugares con óptimas condiciones para su establecimiento.

Son requerimientos básicos del área los siguientes:

a) Buen drenaje teniendo en cuenta las características del clima en el que se suceden épocas de sequía, de lluvia, considerando que durante las lluvias pueden producirse inundaciones, es requisito indispensable que área se encuentre en una zona elevada con buen drenaje.

b) Protección contra exceso de sol. Las lombrices son más activas en la oscuridad y mueren o se traslada a estratos inferiores cuando están en presencia de la luz solar directa, por ello deberá escogerse preferentemente un lugar sombreado, el lugar ideal será bajo una arboleda o aquel en que se puedan crear condiciones artificiales de sombra. Podría emplearse el método de viveros o planta de sombra no tóxica. Esta protección contra fuerte iluminación no sólo facilita la actividad de las lombrices, las que se alimentan superficialmente sino además las protege de los fuertes vientos, disminuye la evaporación y golpeo excesivo del agua de las precipitaciones sobre la superficie, durante el riego.

²¹ Datos proporcionados por el personal de la planta de transferencia de desechos ARAGON en San Salvador.



*Fotografía No. 3: Cajas para vermicompostar
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

c) Suministro de agua. Como se menciona, las lombrices respiran por la piel que debe estar húmeda y más del 70% de su peso es agua por tanto requieren de abundante agua no solo para esta actividad sino también poder digerir los alimentos y que se mantengan con la temperatura adecuada. De esta forma el área seleccionada debe encontrarse cercana a la fuente de agua o ser factible su traslado.

La procedencia del agua puede ser diversa: subterránea, de pozo, de lluvia, presa o acueducto. El agua de lluvia es muy buena para las crías y puede emplearse siempre que pueda ser recolectada.

d) Mantenimiento. El área de lombricultura al igual que cualquier área de trabajo debe mantenerse limpia de yerbas y residuos que no solo dañen el ornato sino además crean refugios crípticos para las lombrices y para animales ajenos a la actividad que puedan convertirse en plaga: ratas, ratones, etc. Los residuos vegetales, yerbas, hojarascas, etc. que se recojan del lugar.

A los otros suministros de agua debe considerarse su pH, contenido de Cl y sales.

En general es necesario tener en cuenta que las aguas no deben estar contaminadas con productos nocivos a las lombrices, como pesticidas y fertilizantes, que pueda dañarlas.

e) Protección del lugar. Un criadero de lombrices es un lugar atractivo para los aficionados a la pesca y los curiosos, así como para los animales domésticos y de corral. Por lo que debe protegerse con una cerca perimetral.

f) Fuentes de alimentación. Es requisito indispensable para el establecimiento de un área de cría el contar con suficiente materia orgánica biodegradable disponible cercana al lugar. La relación entre la cantidad de alimento disponible y dimensiones del área debe ser proporcional.



Fotografía No. 4: Vermicompost
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo

b. Distribución y organización

De acuerdo al área que se utilice para la organización de las camas de cultivo de lombrices es necesario, mencionar cual sería la más apropiada e idónea del manejo del lombricultivo, esto se determinara de acuerdo a las características que se busquen suplir.

Por lo que este apartado será tomado conforme a cuál sería la opción más optima a tomar para el manejo. Para la instalación de sus componentes es necesario tener en cuenta que en esa el uso que se le va a dar a cada una. De esta manera se puede distinguir cuatro fundamentales. Entre las que se puede mencionar el área de cría, producción de Vermicompost, extracción y almacenamiento del mismo.

Al planificar el área debe tenerse en cuenta las dimensiones, movimiento del personal y de los equipos. Se analizarán todas las posibilidades de orientación de cajas para lograr un máximo aprovechamiento de cada una de las áreas.

También pueden confeccionarse camas directamente sobre la superficie del suelo sin bordes, esto es solo un ejemplo de cual sería otra forma de poder hacer un cultivo de lombriz, pero para nuestro caso en particular en nuestro lombricultivo manejaremos solo cajas por lo que en cuanto a la forma que mencionamos en este instante es solo para ejemplo de cual podría ser otra forma de hacer el cultivo.

Si se diera ese caso debe cuidarse que no se deslice la materia orgánica que se pondrá en dichas camas desde la parte superior hacia la base y que no disminuya el área disponible de las lombrices, siendo necesario mantener su forma, de lo contrario se hará una pirámide y las lombrices se ubicarán en la base, no recibiendo alimento suficiente y se pierde biomasa o sustrato de alimentación para las lombrices.

c. Contenedores o cajas

Los contenedores que abrigan los pies de cría pueden ser muy diversos, de acuerdo a la posibilidad del lugar. Hasta 8-10 años con un recubrimiento en su fondo de zinc galvanizado u otro metal.



*Fotografía No. 5: Caja de madera con fondo de zinc
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Los contenedores más duraderos contra la corrosión son los de concreto y plásticos que serán escogidos de acuerdo a la posibilidad económica de quienes hagan uso del método.



*Fotografía No. 6: Contenedores de pie de cría
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

d. Camas en el suelo (propuesta de camas para el manejo de los residuos orgánicos del mercado municipal de Olocuilta)

Las camas en el suelo (sobre la superficie) deberán tener otros requisitos. Pueden ser construidos con laterales de tablas de palma u otros recursos, como postes de cerca, piezas de prefabricadas no utilizables en otra cosa. Como son permanentes deben estar protegidos de los factores ambientales (área sombreada, buena orientación con respecto a las corrientes de aire, etc.).

Su tamaño puede variar y puede ser estimado de acuerdo a los usos que la misma, esta se toma en cuenta el tiempo de recolecta, resiembra y la capacidad de los mismos.

Las camas deben tener como requisitos indispensables una buena aireación y protección del sol cuando se requiera.

e. Proceso de alimentación de la lombriz roja californiana

- **Alimentación.** Para alimentarlas se puede utilizar un sustrato producto de una mezcla de residuos orgánicos vegetales (desechos de las cosechas, basura doméstica, residuos de la agroindustria, etc.) y de residuos animales (estiércoles), en una relación 1 a 3. Es importante que esta mezcla sea fermentada entre 15 a 30 días, antes de aplicarla a las lombrices. La materia fresca tiende a acidificarse y calentarse durante la fase de fermentación, lo que puede causar daño a las lombrices. Las condiciones óptimas son las siguientes: pH 6.5 - 7.5, humedad 75%, temperatura 15 -25° C, proteína 13%.²²

- **Manejo.** Hay que mantener material suficiente en la parte central de la cama y evitar que se seque. Para controlar la fuga de las lombrices, hay que observar permanentemente la humedad, el pH y la temperatura de la cama.

- **Cosecha.** Cuando la cantidad de las lombrices es muy alta, por lo general después de 9 meses, se puede empezar a cosechar. Se suspende algunos días la alimentación fresca, luego se pone materia fresca a lo largo de la parte central de la cama. Las lombrices se concentran en este material y pueden ser capturadas y guardadas en un recipiente adecuado mientras se saca el humus terminado.

Las lombrices en busca de alimento irán a un nuevo lugar rápidamente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas), esto se hace con la finalidad de poder obtener otra caja de cultivo, para seguir con el proceso de producción de las lombrices, cabe mencionar que en el Vermicompost quedaran los capullos y las pequeñas lombrices, para que estas lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar al menos 30 días debido a que la lombriz se queda sin alimento y tiende a quedarse en el fondo del Vermicompost lo que facilitara la extracción de las mismas y su fácil traslado a otras cajas.

²² *Cuevas, J. R. 1995. Tratamientos de los desechos sólidos orgánicos mediante la Lombricultura V Congreso de Suelos. Inst. de Suelos Ac Ciencias de Cuba.*

| 0 MES | A LOS 3 MESES | A LOS 6 MESES | A LOS 9 MESES | A LOS 12 MESES |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Población inicial de lombrices | 1 ^a Generación | 2 ^a Generación | 3 ^a Generación | 4 ^a Generación |
| 1000 | 10.000 | 100.000 | 1.000.000 | 10.000.000 |
| Lombrices 1 Kg | 10 | 100 | 1.000 | 10.000 |
| Alimento 1 Kg/día | 10 | 100 | 1.000 | 10.000 |
| Vermicompost 0.6 kg/día | 6 | 60 | 600 | 6.000 |
| Proteína 0.04 Kg/día | 0.4 | 4 | 40 | 400 |

Tabla No. 3: Producción de lombrices²³

- **Procesamiento del vermicompost.** El vermicompost hay que secarlo y mezclarlo con el material de las diferentes camas. Luego se envasa en bolsas de polietileno.

²³ *Elaborada por el grupo de trabajo*

2.4.2 preferencias alimenticias de la lombriz

Materia prima

La materia prima que se utiliza como alimento integral de las lombrices son en general desechos sólidos orgánicos.

Un alimento estará en óptimas condiciones si:

1.- **Contenido de humedad.** Debe ser una mezcla saturada por encima de la capacidad de campo (80%).



*Fotografía No. 7: Humedad del vermicompost
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

2.- **Consistencia.** La consistencia del alimento de la lombriz debe estar lo mas triturado posible para que la lombriz tenga mas facilidad al momento de digerirlo.

3.- **Temperatura.** Una temperatura alrededor de los 20° es considerada como la optima en el alimento de las lombrices, esto conlleva al máximo crecimiento de las lombrices. Las temperaturas bajas afectan negativamente la producción de capsulas; por debajo de los 15° grados la lombriz sufre de dificultados, por lo que se reproduce menos y muchas crías

tienden a morir, una temperatura superior a los 35° causaría que las lombrices se vieran obligadas a huir del hecho.²⁴

4.- Alcalinidad o acidez. La concentración de H⁺ limita la distribución de las poblaciones de lombrices, se clasifican en ácido-tolerantes o no y unimodos. Las últimas trópico una materia orgánica con 7 pH ya está degradada y no constituye alimento para las lombrices.

5.- Sustancias tóxicas. En ocasiones puede el sustrato contener residuos y estar contaminado por diferentes productos empleados en la limpieza y el control de plagas de las áreas de cría de animales estabulados. Es necesario estar seguro de que los productos que servirán de alimento a las lombrices no se encuentra contaminados con químicos y tóxicos a las lombrices. Son insensibles a la variación de la concentración de ion H⁺. Las especies de lombrices que se emplean en la lombricultura soportan cierto grado de acidez. Para determinar estos parámetros se emplean métodos tradicionales, papel de tornasol o un pH-metro. El pH se da en una escala de 0-14, la lombriz vivirá en un pH 6.5-8.5.

Es importante tener en cuenta que las lombrices para su desarrollo necesitan que el alimento tenga condiciones adecuadas. Nunca se suministrará alimento que no presente las características señaladas.

Por otro lado hay que señalar que si el alimento está muy viejo, tiene apariencia negra terrosa, desprovisto de olor y su pH es de 7, está degradado y no nutre a las lombrices.

²⁴ *TINEO, A.L. 1984. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica.*

2.5 El Vermicompost

2.5.1 Definición

Es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos, y que se encuentra químicamente estabilizado como coloide, el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Se caracteriza por su alto contenido bacteriológico, lo que le proporciona la característica de hacedor de vida.

El Vermicompost, es el producto resultante de la transformación digestiva que ejerce la lombriz roja californiana sobre la materia orgánica. Es decir, que la lombriz tiene la facultad de biodegradar la materia orgánica en cuestión de horas, lo que en forma natural se demora meses, gracias a la poderosa acción de su aparato digestivo, generando un producto con textura granular uniforme, forma cilíndrica, coloración café o negro oscuro y con un olor agradable.²⁵

2.5.2 Composición

El Vermicompost, está compuesto por carbono, oxígeno, nitrógeno, todos los macro y micronutrientes en diferentes proporciones, tales como: hierro, manganeso, cinc, etc., dependiendo del sustrato que se utilice para darle origen.

El análisis químico del humus nos muestra:

- Sustancias orgánicas: 40-55%
- Nitrógeno total: 2.5%
- Fósforo soluble: 1 %
- Potasio: 2.6%
- Ceniza: 30-40%²⁶

²⁵ Vergel, C. 1991. *Lombricultura en Colombia. Lombriver Naturaleza y Vida. Medellín, Colombia. Pág. 12.*

²⁶ MERINO, J.F. *poblaciones de lombrices de tierra en una pastura de Cynodon plectostachyus asociada con arboles de erythrina poeppigiana una pastura asociada con arboles de Cordia allidora una pastura sin arboles y vegetación a libre crecimiento, en el CALTIE, Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. CATIE*

2.5.3 Características

Vermicompost, es un fertilizante biorgánico que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, el cual, es muy rico en enzimas y microorganismos, pues cuenta con alrededor de 2,000 millones de bacterias por gramo. El vermicompost es un alimento directamente asimilable por las plantas, rico y equilibrado nutricionalmente. Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo que aporta a las plantas las sustancias necesarias para su metabolismo. Dicho abono, no las quema, ni siquiera las más delicadas.²⁷

Está comprobado que el humus de lombriz, comparado con la tierra que lo rodea, es 5 veces más rico en nitrógeno, 7 veces más rico en fósforo, 11 veces más rico en potasio y 3 veces más rico en magnesio.²⁸ También, se ha comprobado que contienen más alta proporción de arcilla y limo y menor de arena, que la tierra que le rodea.²⁹

El Vermicompost presenta una acción de imán, el cual hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como cemento de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares que permiten un óptimo desarrollo radicular, mejora el intercambio gaseoso, activa a los microorganismos del suelo, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas asimilables por las plantas, estimulando de esta forma el crecimiento vegetal.

Por otra parte presenta un efecto homeostático (Tampón), ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a el por contaminación, proporcionándole al suelo mayores defensas frente a invasiones bacterianas y fúngicas, peligrosas para las plantas.

Otra característica del vermicompost, es su capacidad de comportarse como hormona

²⁷ MERINO, J.F. poblaciones de lombrices de tierra en una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con arboles de *erythrina poeppigrama* una pastura asociada con arboles de *Cordia allidora* una pastura sin arboles y vegetación a libre crecimiento, en el CALTIE, Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. CATIE

²⁸ ARLEDGE, J.E. 1980. Mayores cosechos con la lombriz coqueta roja. DIGESA, Guatemala. Pag.24

²⁹ Centro de Información y documentación Agropecuario (CIDA) Recopilación bibliográfica de la explotación comercial de las lombrices de tierra. Cuba. Pág. 74.

estimuladora del crecimiento vegetal.³⁰

En síntesis, las características del humus de lombriz son:

- Mejora las condiciones estructurales de los suelos.
- Inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al suelo, es decir, que siembra vida.
- Ofrece a las plantas una fertilización completa y sana.
- Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.
- Aumenta las defensas contra plagas y enfermedades en los cultivos.
- Es el mejor medio de enraizamiento natural.
- Activa los procesos biológicos del suelo

³⁰ VERGEL, C. 1991. *Lombricultura en Colombia. Lombriver Naturaleza y vida. Medellín, Colombia. Pag. 12*

CAPITULO III: DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL Y PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS ORIGINADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL DE OLOCUILTA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ.

Para definir una situación actual y posteriormente elaborar un plan de manejo de desechos sólidos se deben seguir una serie de pasos para enriquecer las bases de la investigación, por lo tanto se debe seguir una metodología adecuada para recabar información que será útil para la propuesta de un plan de separación de desechos sólidos generados en el mercado municipal de Olocuilta.

3.1 Metodología para la determinación del diagnostico de la situación actual del manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta

La metodología indica aquellos pasos importantes que se tomaran en cuenta para determinar parámetros que logren visualizar la situación actual del mercado municipal de Olocuilta en cuanto al manejo de los desechos sólidos.

Se presentaran las herramientas que se han utilizado para determinar el diagnostico actual del mercado municipal, cada una de ellas ha sido analizada y tomada en cuenta para la obtención de datos que sirvan para la determinación de la situación existente en el mercado municipal así como también detallar los resultados obtenidos de las distintas herramientas de aplicación.

Es necesario remarcar que al final de todos los análisis se hace uso de una técnica que ayuda a conocer mejor la problemática y explicar los resultados obtenidos en cada proceso.

3.1.1 Recolección de la información

Para la recolección de la información referente al plan de manejo de desechos se tomaran en cuenta los siguientes aspectos.

a. Consultas

La investigación es de carácter documental con el objetivo de obtener información que será utilizada en el paso de logística dentro del plan, y así poder establecer los datos iniciales para elaborar el plan de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta:

- *Fuentes primarias* serán las opiniones de las personas y personal del departamento de medio ambiente de la alcaldía de Olocuilta, esta información será obtenida por medio de encuestas.
- *Fuentes secundarias* son los resúmenes o la información extra que se puede utilizar para la elaboración del plan, ejemplos de manejo de desechos sólidos que se pueden tomar en cuenta para dicha actividad.

b. Investigación de Campo

El objetivo principal de realizar la investigación de campo es identificar aspectos generales y la situación actual del manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal Olocuilta, así como también realizar un diagnóstico de la forma en la que son manejado los desechos sólidos en el mercado Municipal.

Esta parte de la investigación se realizará por medio de visitas al mercado y entrevistas al personal de el departamento de medio ambiente para involucrarse de forma real con el inconveniente de los desechos dentro del mercado, esto con el fin de conocer cómo se desarrollan las actividades y proponer un plan de manejo de desechos sólidos.

Con estas actividades el grupo de trabajo recopilara información necesaria para establecer el diagnóstico de la situación actual en el mercado municipal de Olocuilta.

3.1.2 Técnicas utilizadas para la recolección de información

Para llevar a cabo la investigación de campo se utilizarán los siguientes instrumentos:

3.1.2.1 Observación directa: consiste básicamente en utilizar los sentidos para observar los

hechos, realidades sociales y a las personas en su contexto; se llevará a cabo en el mercado municipal de Olocuilta y la información obtenida contribuirá para elaborar un diagnóstico en el que se establezca la situación actual del mismo, esta información será analizada por medio del diagrama kauro ishikawa.

3.1.2.2 Entrevista: consiste en una conversación entre dos o más personas, sobre el tema: plan de manejo de los desechos sólidos. Se realizará a personas involucradas en el manejo actual de los desechos dentro del mercado municipal de Olocuilta.

3.1.2.3 Pre-investigación: Prueba piloto antes de la realización de las encuestas, para determinar el número de muestras de las encuestas para focalizar la investigación. Con esta prueba se determina un numero de muestro que se utilizara para determinar la población objetivo del estudio.

3.1.2.4 Encuesta: Sera la información que se recolectará acerca del conocimiento que las personas tienen de acerca de la existencia de planes de manejo de desechos sólidos en el Mercado municipal de Olocuilta y la posible colaboración de estos si el plan de manejo se llegara a implementar en un futuro.

3.1.2.5 Vista de distribución del mercado municipal: Se utilizara para visualizar los puntos a tomar en cuenta para el diagnostico de la situación actual del manejo de los desechos sólidos provenientes del mercado municipal de Olocuilta.

3.1.3 Resultados provenientes de los instrumentos utilizados

3.1.3.1 Observación directa

No existe un plan de manejo de desechos sólidos dentro del mercado municipal de Olocuilta, debido a esto existe una proliferación de insectos que causan directamente enfermedades de carácter digestivo, inconvenientes y molestias a los vendedores que se encuentran en la zona de comedores.

Los recipientes no son los adecuados y no existen un lugar de disposición temporal para estos desechos.

3.1.3.2 Entrevista

Se realizaron 4 entrevistas al personal que está ligado directamente con el manejo de los desechos sólidos dentro del municipio de Olocuilta las cuales lanzaban datos importantes en cuanto a un manejo de desechos sólidos, los resultados que se obtuvieron de dichas entrevistas manifestaban que dentro de la comuna existió un plan de manejo de desechos sólidos, pero esto fue en el gobierno municipal anterior, pero que no fue del todo aceptado por las personas debido a su indiferencia, personas indicaban que solo mencionaron pero nunca fue nada concreto.

En cuanto al manejo de los desechos actualmente, se entrevisto al señor Vicente Cortez, que es el administrador del mercado y que directamente se encarga también de la forma en la que se manejan los desechos y la forma en las cuales los recipientes se ubican actualmente en los alrededores del mercado y en su interior.

3.1.3.3 Pre-investigación

Esta consistía en un solo cuestionamiento, acá se pregunto a 20 personas dentro del mercado municipal de Olocuilta si existen planes de manejo de desechos sólidos dentro del mercado de Olocuilta. Los resultados que se obtuvieron fueron que de las 20 personas a las cuales se abordo solamente 2 personas indicaron no colaborarían con la separación de los desechos sólidos, el resto de las personas indicaron si colaborarían, por consiguiente un 90% indico que colaborarían y un 10% indico que no colaborarían.

3.1.3.4 Encuesta

Considerando una población de 350 Vendedores, la determinación de la muestra se hace mediante la fórmula de muestreo en caso de población finita, en la cual el tamaño se determina de la siguiente manera:

$$n = \frac{(\delta^2 Npq)}{\varepsilon^2 (N-1) + \delta^2 pq}$$

Donde:

δ = nivel de confianza = 95%= 1.96 (constante)

p=probabilidad a favor = 90% estaría dispuesto a cooperar con un plan de manejo

q= probabilidad en contra = 10% no estaría dispuesto a cooperar con un plan de manejo

ε = error de estimación = 6%

N= universo= 350 vendedores³¹

Luego:

$$n = \frac{(\delta^2 Npq)}{\varepsilon^2 (N-1) + \delta^2 pq}$$

$$n = \frac{(1.96^2) \times (350) \times (0.9) \times (0.1)}{(0.06^2) (350- 1) + (1.96^2) \times (0.9) \times (0.1)} = 32 \text{ Muestras}$$

El objetivo de la encuesta (ver anexo 2) es investigar si existe la aplicación de separación de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta o si existe alguna disposición de colaboración en un plan de manejo de los residuos por parte de los usuarios del mercado municipal del municipio antes mencionado.

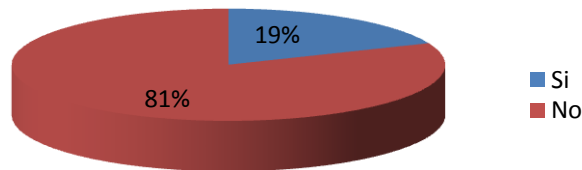
³¹ Datos proporcionados por Vicente Cortez, administrador del Mercado Municipal de Olocuilta.

a. Conclusiones de la encuesta

Al final de este apartado se muestra un resumen con las conclusiones que se obtuvieron de las encuestas.

1. Ha tenido ud conocimiento si se ha implementado algún tipo de separación de los desechos sólidos producidos en el mercado municipal?

Objetivo: saber si las personas tienen conocimiento acerca de implementación de planes de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal.

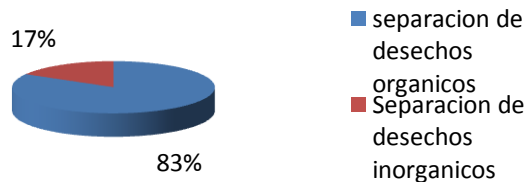


Conclusión

De un total de 32 personas encuestadas un 19% de los vendedores del Mercado si tienen conocimiento, esto a que el 81% restante no tienen conocimiento de algún plan de implementación en el pasado.

2. Conoce Ud. que tipo de procedimientos se realizaron en la separación de los desechos?

Objetivo: Conocer qué tipo de procedimientos se tomaron si en dado caso existió algún plan de manejo de desechos sólidos.

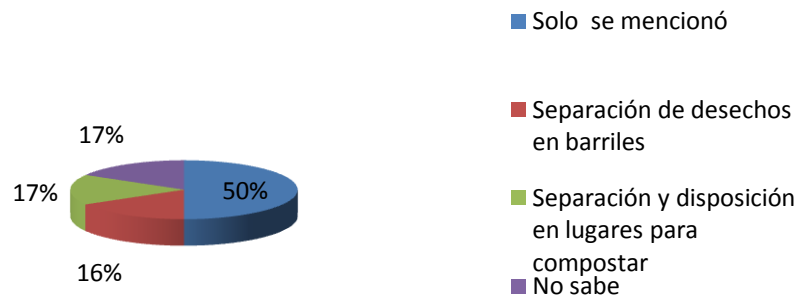


Conclusión

Pocas personas le dieron respuesta a esta pregunta, esto fue debido a que pocas personas respondieron que tenían conocimientos acerca de planes de manejo de desechos solido, de esas pocas personas que se contabilizaron, de estas personas el 56% dijeron que el manejo de los desechos se realizo enfocándose a los desechos orgánicos que provenían del mercado.

3. Explique como se realizo el plan de separación?

Objetivo: Conocer como se realizo el plan de separación de desechos

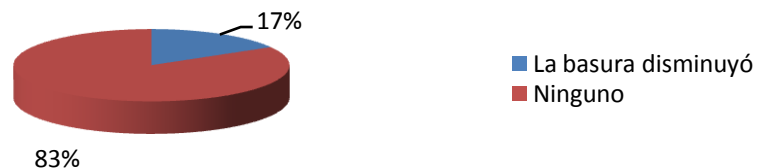


Conclusión

El 50% de las personas encuestadas determino que el plan no se realizo, las personas manifestaron que solo fue un rumor dentro del mercado, pero que aunque nunca se concreto la idea algunas personas atendieron a esa mención. Un 16% decía que los desechos se separaban por barriles y un 17% hacían mención que la separación se hacia en el centro de acopio, el 17 % restante indico que no sabia de cómo se había realizado el plan de manejo de desechos.

4. Que beneficio le trajo a ud el proceso de separación?

Objetivo: conocer que beneficio género el plan de manejo a la población del mercado municipal de Olocuilta

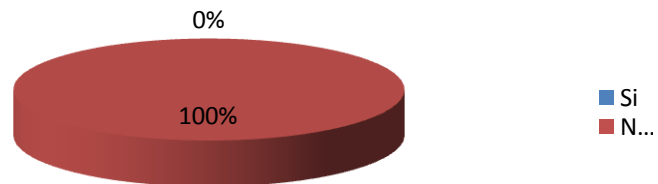


Conclusión:

De una manera concreta y directa el 83 % afirma que esa separación no le trajo ningún tipo de beneficio, y un 17% dice que la basura disminuyo.

5. Se continua o se mantiene vigente el plan de separación en la alcaldía?

Objetivo: Conocer si se mantiene vigente el plan de separación

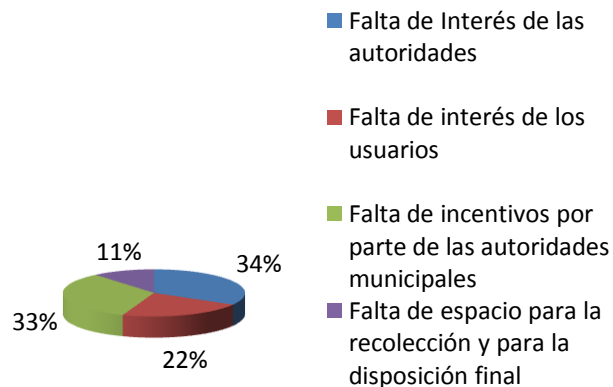


Conclusión:

De las seis personas que aseguraban conocer de un plan de manejo de desechos sólidos, las seis personas indicaron que este plan no está vigente hasta el día de hoy.

6. Tiene conocimiento de cual fue la razón por la cual no se siguió con el procedimiento del plan de separación?

Objetivo: conocer cuál fue la razón por la cual no se siguió el plan

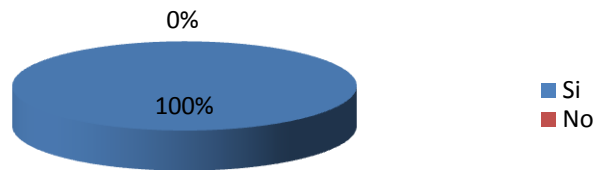


Conclusión:

De la presente pregunta se desprendieron datos importantes los cuales se podrán utilizar para tomarse en cuenta dentro de las herramientas para consolidar un plan de manejo de los desechos sólidos en el Mercado municipal de Olocuilta. Acá se indico que un 34% cree que la alcaldía no muestra un interés adecuado para la separación de los desechos. La falta de cooperación por parte de las personas con un 22% indica que no quieren colaborar, un 33 % dice que el plan no siguió porque no había incentivos y con un 11 % indica que no hay espacio suficiente, en este hay un poco de razón debido a las extensiones que el mercado tiene.

7. Estaría dispuesto/a a colaborar en un plan de separación de los desechos orgánicos e inorgánicos dentro del mercado municipal?

Objetivo: Saber qué porcentaje de las personas del mercado municipal de Olocuilta sería capaz de colaborar en un plan de manejo de los desechos sólidos.

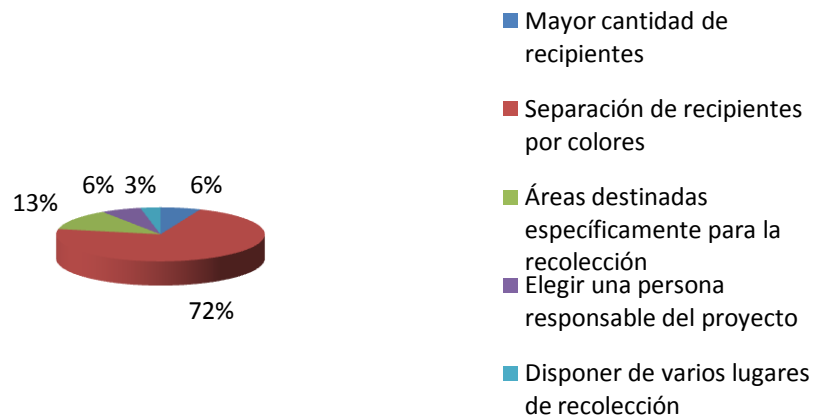


Conclusión

Un 100 % de las personas encuestada indica que si estarían dispuestos.

8. que propuesta facilitaría a una mejor separación de los desechos?

Objetivo: proponer un método para la separación de los desechos.

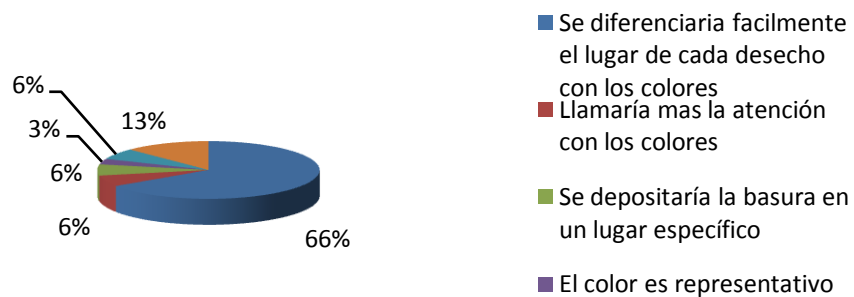


Conclusión

Las personas propusieron formas en las cuales podría recolectarse los desechos de forma más ordenada, un 3% indico que se tendrían que disponer de varios lugares para la recolección, las personas prefieren en general que existan colores para cada uno de los Desechos orgánicos y se puede ver en un 72%, no se necesitan muchos recipientes con un 6%, un 13 % indico que tendría que haber infraestructura específica para dicho fin y el 6% de las personas piensan que una persona en el punto de recolección seria lo indicado para facilitar la separación de los Desechos.

9. Porque cree que la propuesta que selecciono sea la mas adecuada para tener una separación idónea de los desechos?

Objetivo: Saber porque selecciono la propuesta para la separación de los desechos.

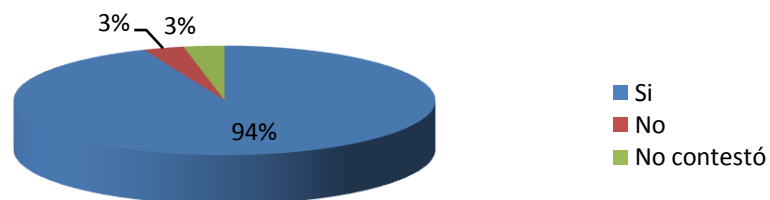


Conclusión

Si se especifica en la mayoría, el 66% de la población encuestada indica que se diferenciaria el lugar de cada desecho con los colores.

10. Cree que al separar los desechos orgánicos se puede obtener algún beneficio en particular?

Objetivo: Obtener información acerca de que si es posible recibir beneficios con la separación

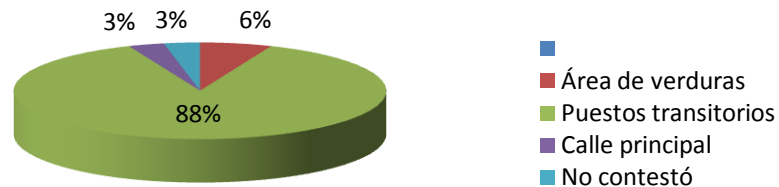


Conclusión

Un 94% indica que si es posible obtener un beneficio.

11. A donde considera que existe la mayor generación en el mercado?

Objetivo: Conocer el lugar de mayor generación de desechos sólidos

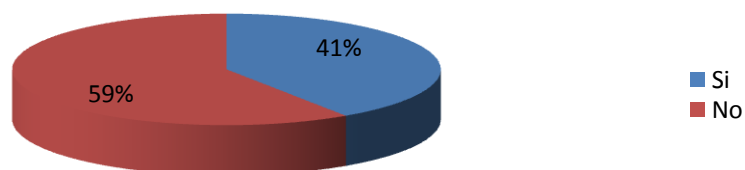


Conclusión

Esta pregunta lanza un dato interesante, debido a que con este se puede saber el lugar en el cual se pondrá más énfasis a la recolección de los desechos, en el gráfico se puede ver que un 88% de la población encuestada considera que en la zona de los puestos transitorios existe mayor generación de desechos.

12. Considera que existiría una limitante para implementar el plan de separación

Objetivo: Conocer las posibles limitante para implementar el plan de manejo



Conclusión

El 41% destacó el dato que las personas piensan que la única limitante para no poder llevarse a cabo un plan de manejo de los desechos sólidos dentro del mercado es la falta de colaboración por parte de las personas y el poco interés que la municipalidad tiene.

RESUMEN

El objetivo de la encuesta fue determinante el cual era investigar si existe la aplicación de separación de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta o si existe alguna disposición de colaboración en un plan de manejo de los residuos por parte de los usuarios del mercado municipal del municipio antes mencionado.

También analizar aquellos factores que se podrían utilizar para un posible plan de manejo de desechos sólidos que son generados en el mercado municipal de Olocuilta y para ayudar a evidenciar de manera mas concreta la situación en la que se encuentra.

Se pudo establecer que las personas no tienen conocimiento de algún plan de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta, ni que existió alguno, pero que algunas personas tenían conocimientos acerca de planes de manejo de desechos sólidos, las formas en los cuales se desarrollan estos planes de separación de desechos.

Se determino mediante la encuesta la forma en las cuales son separados los desechos, pero que son maneras informales, la forma en las cuales algunas personas aprovechan los desechos y que son separados en el lugar de acopio que se encuentra en la parte de trasera del mercado municipal de Olocuilta.

Las personas del mercado municipal de Olocuilta manifiestan que hay cantidades de desechos y que la mayoría de los desechos de carácter orgánico se generan en la zona de los puestos transitorios. Como participantes activos del movimiento comercial dentro del mercado y sus alrededores, las personas están dispuestas a colaborar en un plan de manejo de desechos sólidos, esto debido a el foco de infección que representa el no tener una debida separación de los mismos, en especial la zona de los comedores.

3.2 Análisis de la información

El análisis de la información obtenida en la investigación de campo, se realizará por medio del diagrama de causa y efecto, debido a que se logró identificar una situación en la que se tendrá que poner especial atención.

3.2.1 Diagrama kauro Ishikawa (Diagrama Causa y efecto)

Por medio de la herramienta de observación directa en conjunto con la vista de distribución de la situación actual de cómo son manejados los desechos sólidos dentro del mercado municipal de Olocuilta se constató que en el mercado no existían planes de manejo de desechos sólidos. El cual se puede analizar con el diagrama de espina de pescado (información técnica del diagrama kauro ishikawa en anexo 3).

El grupo de trabajo formó una lluvia de ideas relacionadas a la situación actual, estas son las siguientes:

- No existe un plan de manejo de los desechos sólidos
- No hay datos que constaten que en el mercado municipal de Olocuilta existiese algún plan de manejo de desechos.
- Falta de interés de la población por reciclar
- El número de personas encargadas tanto en el departamento de medio ambiente como dentro del mercado es limitado.
- No se posee con infraestructura para la disposición temporal de los desechos dentro del mercado.
- No se cuenta con el transporte adecuado para el manejo de los desechos sólidos
- Los desechos reciclables no son aprovechados
- Los desechos orgánicos no son aprovechados
- No existen instrumentos adecuados para el manejo de los desechos.
- Generación de malos olores.
- Alto grado de posibles enfermedades que afecten a los vendedores
- Nulo tratamiento de los desechos
- Desorden en la recolección de los desechos y poca colaboración de los vendedores
- No existen capacitaciones

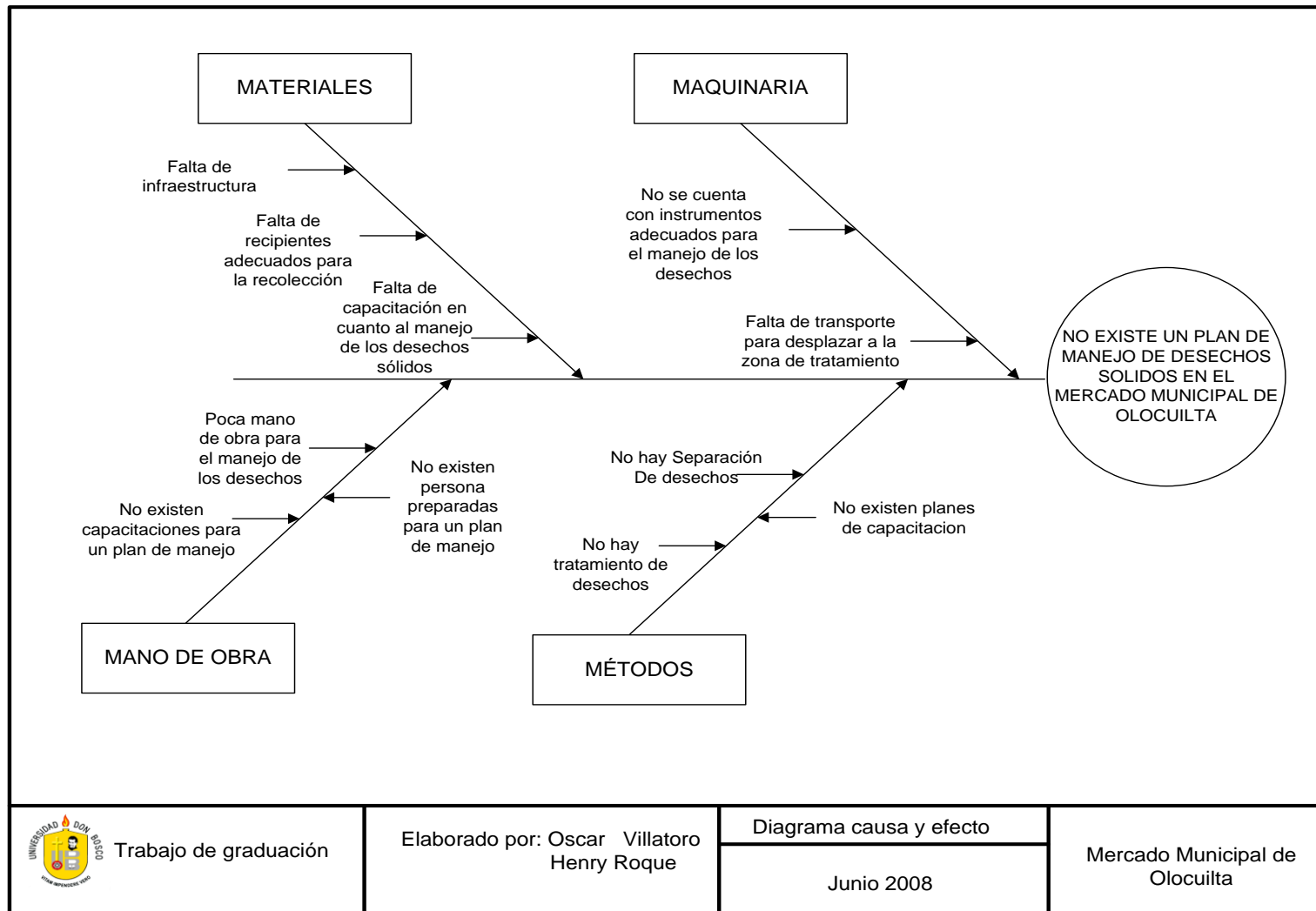
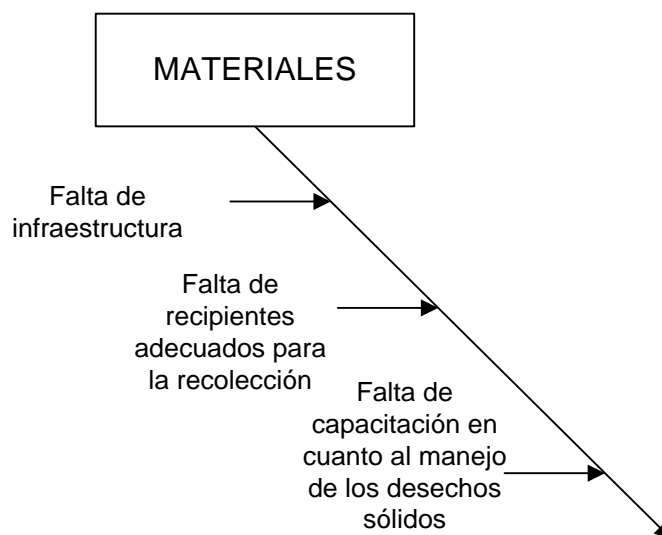


Figura No. 4: Diagrama kauro Ishikawa
Fuente: Elaboración propia

a. Análisis del Diagrama



*Figura No. 5: “Espina Materiales”
Fuente: Elaboración Propia*

Tabla No. 4 Causas relacionadas a la espina Materiales

| Causas | Descripción |
|---|--|
| Falta de infraestructura | No existe infraestructura para el acopio temporal de los desechos. |
| Falta de recipientes adecuados para la recolección | No existen recipientes adecuados para la recolección, ni recipientes que se distingan según el tipo de desechos. |
| Falta de capacitación en cuanto al manejo de los desechos sólidos | No existen capacitaciones que apoyen un plan de manejo de desechos. |

Fuente: Elaboración propia

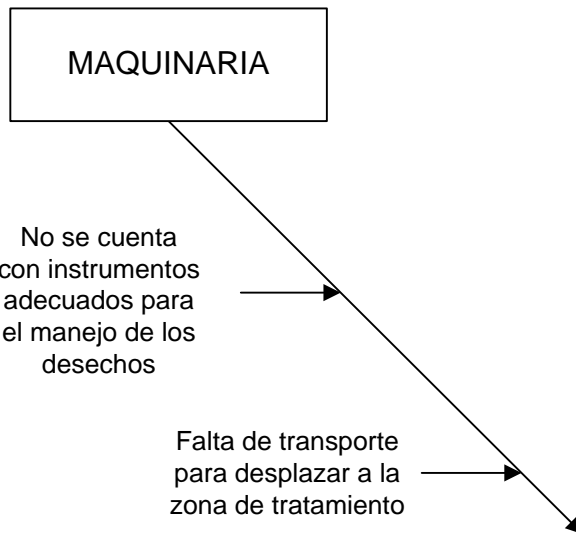


Figura No. 6: “Espina Maquinaria”
Fuente: Elaboración Propia

Tabla No. 5 Causas relacionadas a la espina Maquinaria

| Causas | Descripción |
|---|--|
| No se cuenta con instrumento adecuados para el manejo de los desechos | No existen instrumentos para el manejo manual de los desechos: palas, carretillas, azadones, guantes, mascarillas. |
| Falta de transporte para desplazar a la zona de tratamiento | No existe un transporte específico para el manejo de los desechos orgánicos . |

Fuente: Elaboración propia

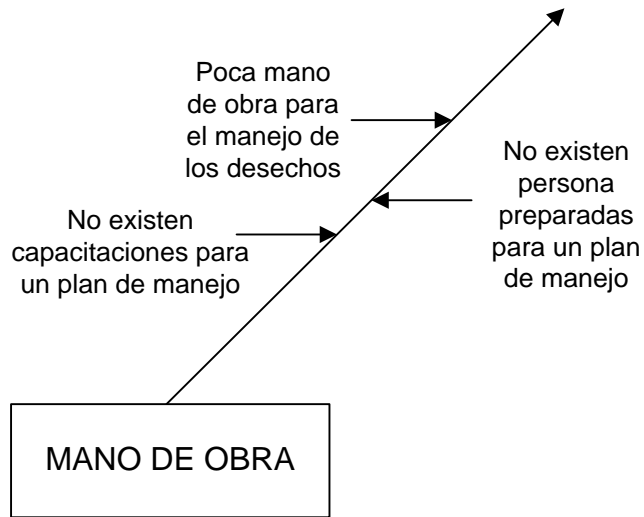


Figura No. 7: “Espina Mano de obra”
Fuente: Elaboración Propia

Tabla No. 6 Causas relacionadas a la espina Mano de obra

| Causas | Descripción |
|---|--|
| Poca mano de obra para el manejo de los desechos | Actualmente se puede observar que los desechos son manejado por alrededor de tres personas |
| No existen capacitaciones para un plan de manejo | Las personas que manejan los desechos no tienen la oportunidad de capacitaciones para planes de manejo de desechos |
| No existen personas preparadas para un plan de manejo | Las personas que manejan los desechos sólidos, debido a que nunca han tenido capacitaciones o charlas, no están preparadas para un plan. |

Fuente: Elaboración propia

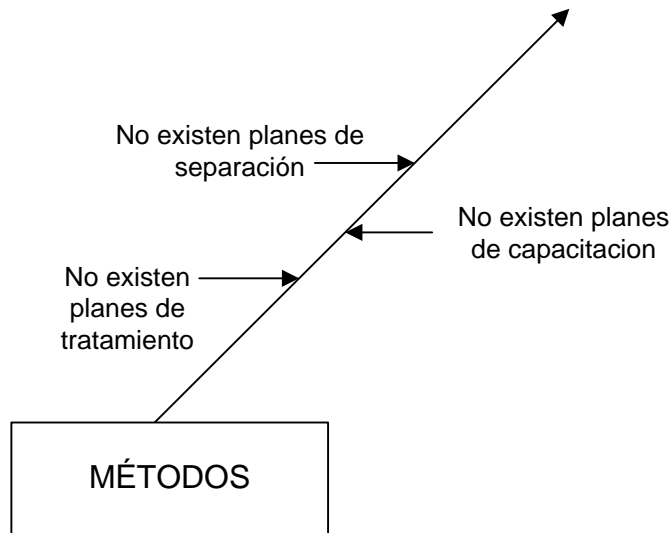


Figura No. 8: "Espina Métodos"
Fuente: Elaboración Propia

Tabla No. 7 Causas relacionadas a la espina Métodos

| Causas | Descripción |
|---|--|
| No existen planes de separación de desechos | No se ha hecho una caracterización para determinar el porcentaje de los desechos por tipo para una buena separación de los desechos sólidos. |
| No existen planes de tratamiento | No existen planes de tratamiento para desechos orgánicos, aun ha sabiendas que el alto potencial de aprovechamiento es optimo. |
| No existen planes de capacitación | No hay planes de capacitación para un buen manejo de desechos sólidos dentro del mercado. |

Fuente: Elaboración propia

3.3 Situación actual sobre el manejo de desechos sólidos orgánicos generados en el mercado municipal de la alcaldía de Olocuilta

Luego de ser analizados los datos por medio del diagrama causa y efecto se pueden determinar puntos importantes para definir la situación actual del mercado municipal de Olocuilta.

3.3.1 Ubicación³²

La república de El Salvador se encuentra ubicada en el continente de América, por región física del istmo centroamericano, por longitud geográfica en el hemisferio occidental, y por la latitud en el hemisferio norte. Sus coordenadas geográficas son 13° 09' 24" y 14° 27' 00" L.N.; 87° 41' 08", 90° 07' 50" LWG. Su topografía es quebrada, predominando las cordilleras y volcanes; tiene una extensión territorial de aproximadamente 21 000 km². Al norte colinda con honduras, al oeste con Guatemala, al este con Nicaragua de por medio el golfo de Fonseca, y al sur el océano pacífico. Por su posición geográfica, ubicada dentro de la demarcación del cinturón de fuego circunpacifico, se halla constantemente amenazado tanto por terremotos, como por erupciones volcánicas. Desde 1520, acorde a registros históricos, se han producido cerca de 50 eventos destructivos, la mayoría de los cuales pueden considerarse eminentemente telúricos.

El área de estudio se encuentra en la parte central del país, entre los departamentos de san salvador y san Vicente, específicamente en el departamento de la paz, municipio de Olocuilta.

El municipio se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas: 13° 36'47" LN (extremo septentrional) y 13° 28'27" LN (extremo meridional), 89° 05'44" LWG (extremo nororiental) y 89° 09'43" LWG (extremo occidental).³³

³² *Alcaldía municipal de Olocuilta*

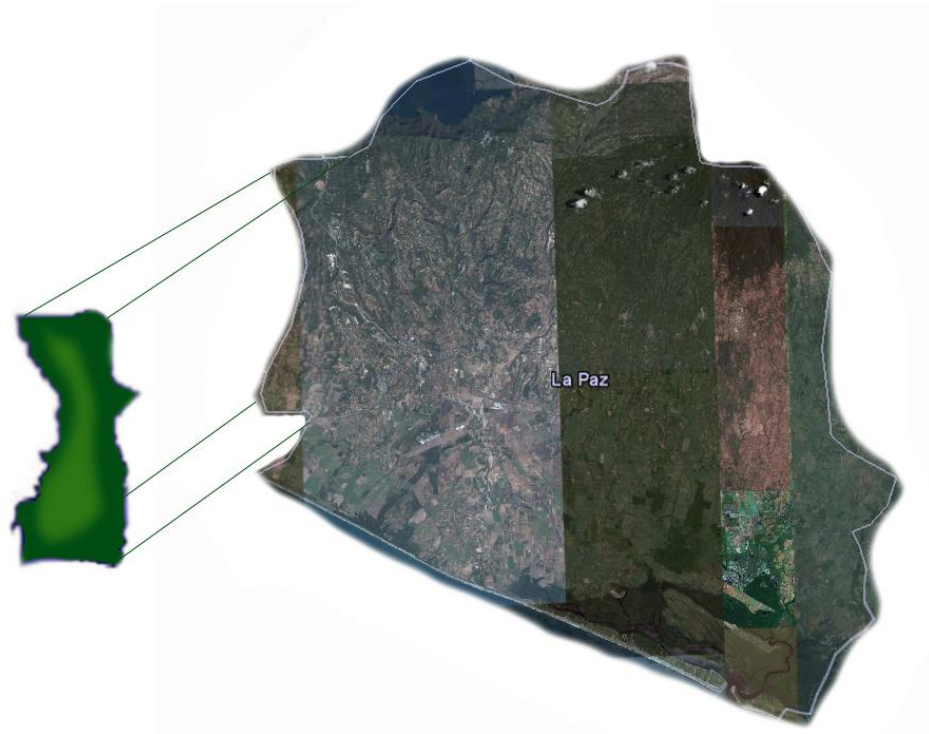
³³ *Coordenadas tomadas de Google earth*

3.3.2 Topografía³⁴

El municipio de Olocuilta se encuentra en la meseta central, ubicado entre la cadena costera y cordilleras fronterizas septentrionales, en el departamento de la paz. Su altura con relación al nivel del mar oscila alrededor de los 485 metros.

Entre los principales cerros se encuentran:

- Tehuechode. S 4 km al noroeste de la ciudad de Olocuilta, su elevación es de 680 metros
- La Ventosa.
- El Filón.



*Figura No. 9: Municipio de Olocuilta, departamento de la paz
Fuente: Elaboración Propia*

³⁴ Alcaldía municipal de Olocuilta

3.3.3 clima

En el municipio de Olocuilta, existen dos estaciones y dos transiciones durante el curso del año.

| EPOCA DEL AÑO | INICIO | FIN | DIAS | SEMANAS |
|----------------------------|--------------|--------------|------|---------|
| Temporada seca | Noviembre 14 | Abril 19 | 157 | 22.5 |
| Transición seca lluviosa | Abril 20 | Mayo 20 | 31 | 4.5 |
| Temporada Lluviosa | Mayo 21 | Octubre 16 | 149 | 21.0 |
| Transición lluviosa a seca | Octubre 17 | Noviembre 13 | 28 | 4.0 |

Tabla No. 8: Estaciones de El Salvador³⁵

3.3.4 Características

En el aspecto físico Olocuilta está limitado por los siguientes municipios: al norte por Santo Tomas y Santiago Texacuangos (Departamento de San Salvador), al este por San Francisco Chinameca, Cuyultitan y San Juan Talpa, al sur por el Departamento de la Libertad y San Luís Talpa del Departamento de la Paz y al oeste por Panchimalco (Departamento de San Salvador).

La superficie total del municipio es de 89,68 km², de los cuales 3,76 km² se consideran como área urbana y 85,92 km² como área rural.

El municipio tiene una longitud total de vías pavimentadas de 34,4 km; según datos del departamento de obras y desarrollo urbano de la municipalidad.

Está dividido territorialmente por 13 cantones y subdividido en 31 caseríos.

La zona urbana está dividida en cinco barrios (San José, El Centro, El Calvario, El Carmen y barrio Concepción) y la urbanización Montelimar.

³⁵ *Almanaque Salvadoreño, Ministerio de agricultura y ganadería, Servicio de meteorología e hidrología 1999*

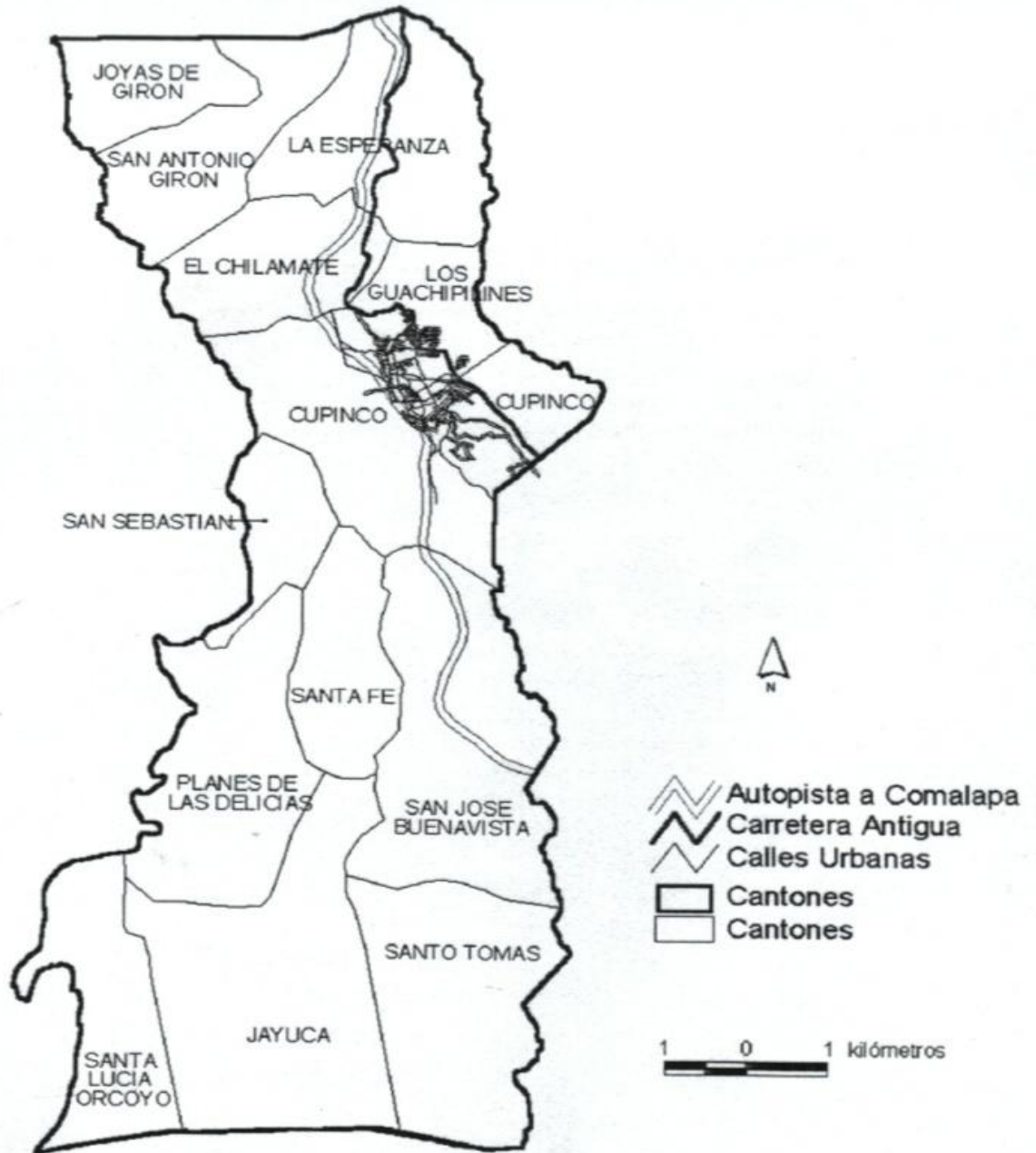


Figura No. 10: Municipio de Ocoiltla, departamento de la paz
 Fuente: Alcaldía municipal de Ocoiltla

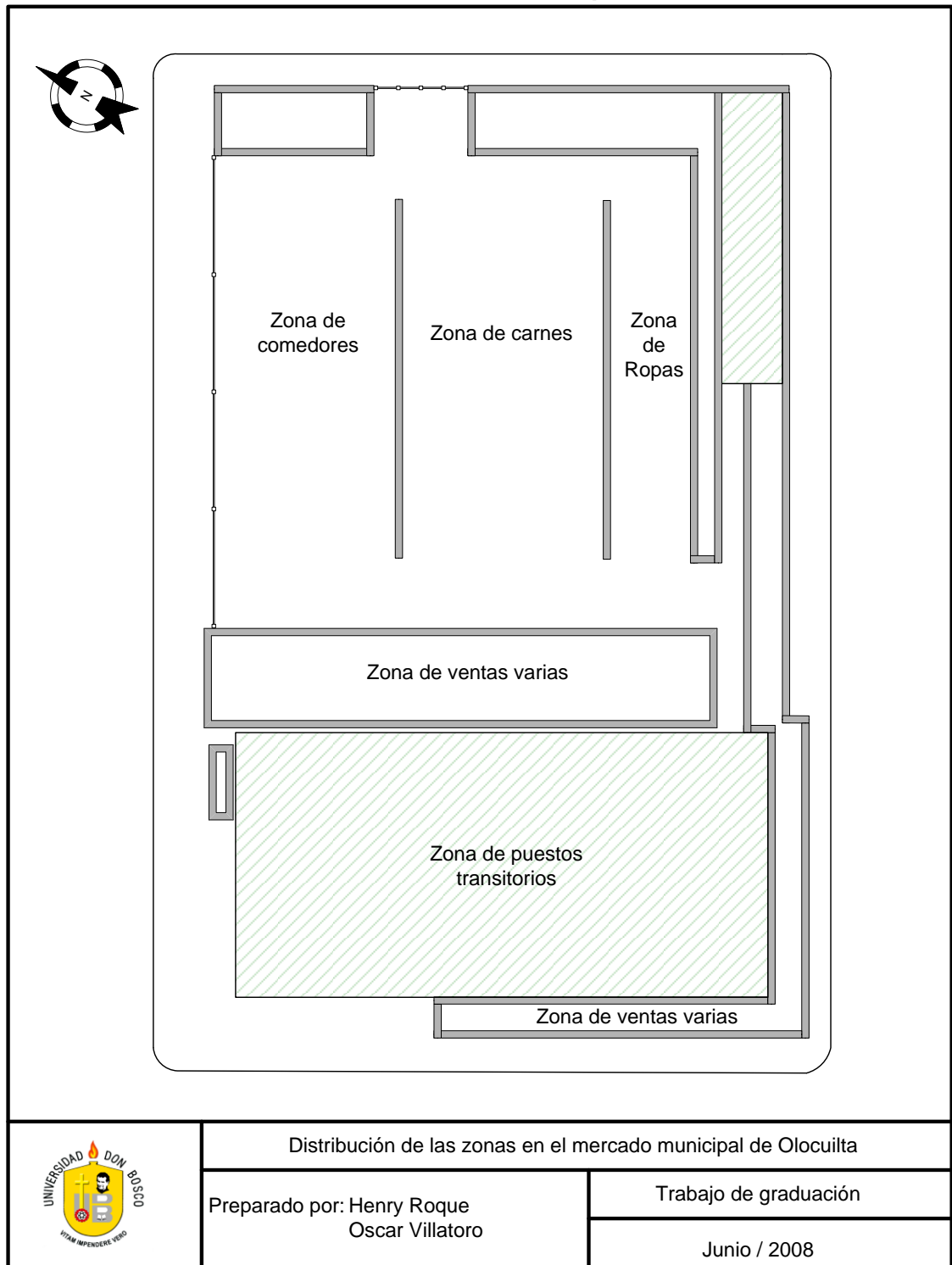
3.3.5 Mercado municipal de Olocuilta

El mercado municipal de Olocuilta está ubicado en pleno centro del municipio en el barrio el centro, es uno de los lugares más accesibles de esta ciudad, el mercado pone a su disposición el acceso directo por varias calles y avenidas. Se encuentra ubicado a un costado de la parroquia de dicho municipio cubriendo un área de 4733 m². Las coordenadas de dicho mercado son 13° 34' 09" N; 89 ° 07' 05.18" y está ubicado a 486 metros sobre el nivel del mar.



*Fotografía No. 8: Localización del mercado municipal de Olocuilta, departamento de La Paz
Fuente: Google earth*

a. Distribución de las zonas en el mercado municipal de Olocuilta



*Figura No. 11: Distribución de las zonas en el mercado municipal de Olocuilta
Fuente: Elaboración propia*

El mercado está compuesto por 350 puestos³⁶ que los componen entre los puestos los transitorios y los puestos fijos. Existen otras áreas de interés dentro del mercado municipal los cuales son:

- Zona de comedores

Se ofrecen los servicios de comida, desayunos y almuerzos.

- Zona de Ropas

Se encuentran en el costado este de dicho centro de ventas, en el cual se ofrece la venta y comercialización de ropa.

- Zona de carnes

En esta zona de comercialización del mercado se ofrecen todo tipo de carnes. Además, se encuentran algunos de los puestos fijos enfocados a la venta de frutas, verduras y ventas varias.

- Zona de ventas varias

Acá se presentan aquellos productos que no son comestibles y que son utilizados para el uso del hogar, para el uso de la cocina, etc.

- Zona de puestos transitorios

Esta es la zona con mayor tránsito conocido en el mercado municipal, debido a que en el sector conocido como la plaza, es donde se concentran todas las ventas ambulantes que en su mayoría son productos verdes, pescados y lácteos.

El mercado municipal de Olocuilta tiene un alto potencial de mejora para el aprovechamiento de desechos que se generan en sus alrededores y dentro del mismo, debido a la excesiva cantidad de residuos que los vendedores producen y a la forma en el cual estos son desechados.

Por lo que el grupo de trabajo ha podido identificar la falta de una existente gestión de los desechos sólidos en el lugar debido a que es un factor que debe ser atendido por el impacto

³⁶ Datos proporcionados en entrevistas al señor Vicente Cortez, Encargado de mantenimiento del mercado municipal de Olocuilta.

ambiental que genera y las repercusiones en la salud de la población del mercado municipal de Olocuilta y sus alrededores.

3.3.6 Manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta.

El manejo integral de los desechos sólidos contempla la realización, que, en el orden establecido permite trabajar de una manera óptima la problemática causada por éstos. Esta conformado por las siguientes etapas:

- Reducción,
- Reciclaje,
- Tratamiento o transformación de residuos
- Disposición final

Es importante identificar y definir la identidad de un plan, ya que este brindará los lineamientos que delimiten su función de acción dentro del mercado Municipal de Olocuilta.

En el caso del mercado municipal de Olocuilta, no poseen un manejo adecuado de los desechos sólidos como lo ha podido constatar el grupo de trabajo con las visitas y las entrevistas con los responsables.

En general se puede enfocar de manera específica la forma en la que La alcaldía Municipal de Olocuilta maneja aquellos desechos sólidos del mercado, tanto orgánicos como inorgánicos.

Los objetivos primordiales que se tienen que identificar es el poder determinar sobre la cantidad de desechos y cuanto es la proporción actual de generación de desechos en el mercado municipal de Olocuilta. Hacer énfasis en cuanto a la cantidad de desechos que se generan y saber cuántos desechos pueden ser reutilizables, por lo que se propondrá un plan de manejo de desechos sólidos.

Al proponer el plan de manejo de los desechos sólidos nos enfocamos en las áreas que son más vulnerables y más necesarias de tratar dentro del mercado municipal de Olocuilta. Por tanto existen datos dentro del apartado de planificación que han sido tomados mediante entrevistas e información recabada por el grupo de trabajo

3.3.6.1 Generación

En la actualidad la generación de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta se maneja de una forma desordenada que podría causar un impacto inesperado en la salud de la población.

Mediante pasos específicos de obtención de datos daremos un informe detallado de cuales serán los resultados que se manejan en cuanto al pesaje de los desechos generados en el mercado municipal de Olocuilta, así como también se determinara los días que fueron necesarios para la toma de datos.

a. Calendario del análisis

El análisis se condujo durante el periodo que comprende del 2 al 7 de junio del 2008 durante seis días consecutivos. Previo al pesaje de los barriles, antes del periodo de análisis se hizo un ensayo. Así las fuentes generadoras tenían la oportunidad de descargar residuos acumulados antes que iniciara el análisis y tanto los generadores como el grupo de trabajo se adaptaran a la investigación.

b. Fuentes generadoras de residuos

Acá se muestran las categorías, números de fuentes generadoras de desechos, los días de análisis y el número de muestras en cada categoría.

Tabla No. 9: Fuentes generadoras de desecho en estudio

| Categoría | No. de fuentes | Días de análisis | No. de muestras |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Mercado Municipal de Olocuilta | 1 | 6 | 87 |

Fuente: Elaboración propia

Es importante definir que durante el pesaje realizado por el grupo de trabajo el día lunes 2 de junio se pesaron 22 barriles, este día se recolectan los desechos generados del día sábado 31 de mayo y domingo 1 de junio, es por eso que se ve la mayor cantidad de barriles este día. Todos los días domingos del año el camión compactador no recolecta los desechos sólidos originados en el mercado municipal de Olocuilta. En la siguiente tabla se muestran los resultados del pesaje realizado a los desechos del mercado municipal.

c. Resultados

| Lunes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-----------|
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | Peso total | Toneladas |
| Peso (kg) | 89 | 88 | 84 | 85 | 78 | 89 | 90 | 85 | 79 | 76 | 90 | 80 | 88 | 85 | 82 | 90 | 80 | 70 | 79 | 85 | 90 | 88 | 1850 | 1.85 |
| Martes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 75 | 80 | 89 | 90 | 95 | 79 | 89 | 87 | 89 | 90 | 97 | 88 | 90 | | | | | | | | | | 1138 | 1.138 |
| Miercoles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 80 | 89 | 80 | 98 | 78 | 88 | 87 | 87 | 79 | 70 | 80 | 90 | | | | | | | | | | | 1006 | 1.006 |
| Jueves | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 86 | 89 | 88 | 86 | 94 | 80 | 90 | 89 | 90 | 86 | 85 | 86 | 88 | 89 | | | | | | | | | 1226 | 1.226 |
| Viernes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 85 | 80 | 98 | 89 | 87 | 76 | 78 | 80 | 85 | 87 | 88 | 89 | | | | | | | | | | | 1022 | 1.022 |
| Sabado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barriles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 87 | 89 | 88 | 86 | 85 | 83 | 80 | 90 | 91 | 90 | 96 | 93 | 80 | 87 | | | | | | | | | 1225 | 1.225 |
| Tonelaje promedio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.24 | |

Tabla No. 10: Generación de desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta

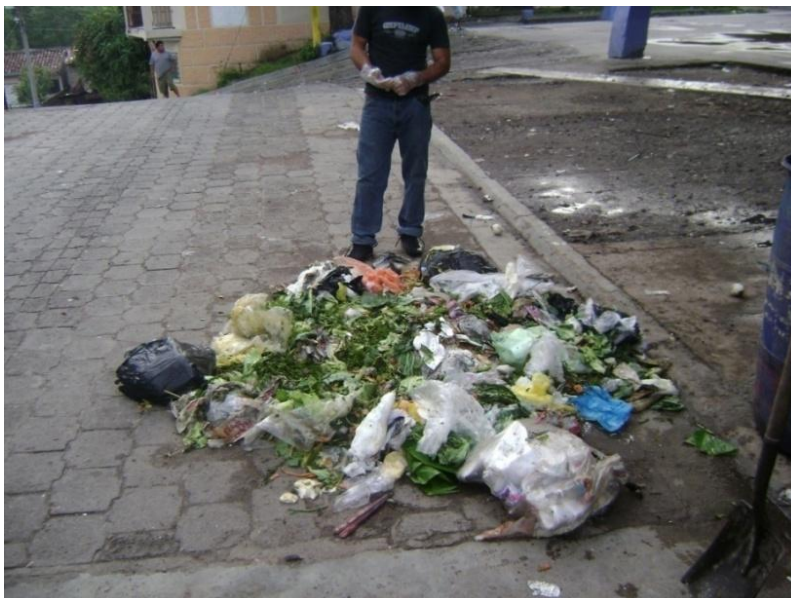
Fuente: Elaboración propia

d. Caracterización de los desechos

La caracterización de los desechos se elaboro con el objetivo de observar el porcentaje de los tipos de desechos que se generan en el mercado municipal de Olocuilta, este proceso de inspección y toma de datos estuvo a cargo del grupo de trabajo durante el periodo que comprende del 2 al 7 de Junio del 2008 durante seis días consecutivos en los mismos periodos en los cuales se efectuó la observación de generación de desechos.

Dicha caracterización comprendió un análisis en el cual, de cada día de generación se procedió a realizar parámetros de muestreo de dos barriles por día, dichos barriles fueron seleccionados al azar, aplicándoseles el método del cuarteo, este método es una herramienta que nos ayuda determinar las características proporcionales de residuos existentes en un sector o contenedor, por consiguiente el cuarteo (ver información técnica en anexo 4) consiste en una serie de pasos los cuales se detallaran a continuación:

Paso 1 Mezclado (Fotografía 9): Se mezclan los residuos de cada fuente de cada categoría. Cuando los desechos contenían partículas grandes (como cartón, telas, etc.), los materiales se cortaban en pedazos menores y se mezclaban otra vez. Cortar los desechos de esta manera permite Obtener una mezcla uniforme.



*Fotografía No. 9: Mezclado de desechos sólidos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 2 División (Fotografía 10): una vez que los residuos estaban bien mezclados, se dividen en 4 segmentos de aproximadamente del mismo tamaño.



Fotografía No.10: División de desechos sólidos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo

Paso 3 Reducción (Fotografía 11): Los dos segmentos de desechos diagonalmente opuestos se eliminan y los residuos restantes se mezclan nuevamente.



Fotografía No. 11: Reducción de desechos sólidos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo

Paso 4 Se repiten los pasos anteriores hasta que existan aproximadamente 30 kg de desechos sólidos. (Fotografía 12)



Fotografía No.12: Desechos Sólidos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo

Paso 5 (Fotografía 13, 14 y 15) Se clasifican los desechos por tipo y se toma su peso, con el cual se obtiene una relación que es la que indica cuanto porcentaje de cada tipo existen en los desechos (Ver tabla 11).³⁷



Fotografía No. 13: Separación de desechos sólidos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo

³⁷ Estudio sobre el manejo regional de residuos sólidos para el área metropolitana de san salvador en la república de El Salvador, Anexo B, pág. B-6.



*Fotografía No. 14: Desechos Sólidos separados
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*



*Fotografía No. 15: Pesado de los desechos con los cuales se determino la caracterización
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

e. Resultados del cuarteo

Acá se muestra la forma de obtención de las características de los desechos generados en el mercado municipal de Olocuilta.

| | | Peso (kg) | % |
|------------------|--|------------------|----------|
| Lunes | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 2.3 | 7.8 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 1.5 | 5.1 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 25.5 | 86.3 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 0 | 0.0 |
| | Durapax | 0.25 | 4.8 |
| | | 29.55 | 100.0 |
| Martes | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 3.1 | 9.2 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 2.25 | 6.7 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 19.5 | 57.9 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 8.3 | 24.7 |
| | Durapax | 0.5 | 1.5 |
| | | 33.65 | 100.0 |
| Miercoles | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 2.6 | 7.4 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 3.5 | 10.0 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 23.5 | 67.0 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 5.2 | 14.8 |
| | Durapax | 0.25 | 0.7 |
| | | 35.05 | 100.0 |
| Jueves | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 2.1 | 8.2 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 2.25 | 8.7 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 21.2 | 82.3 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 0.1 | 0.4 |
| | Durapax | 0.1 | 0.4 |
| | | 25.75 | 100.0 |
| Viernes | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 3 | 12.1 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 2.7 | 10.9 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 15.7 | 63.4 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 3.2 | 12.9 |
| | Durapax | 0.15 | 0.6 |
| | | 24.75 | 100.0 |
| Sábado | Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 2.5 | 8.4 |
| | Papel, latas, cartón y vidrio | 1.5 | 5.1 |
| | Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 25.5 | 86.0 |
| | Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 0 | 0.0 |
| | Durapax | 0.15 | 0.5 |
| | | 29.65 | 100.0 |

Tabla No. 11: Caracterización de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta.³⁸

³⁸ Datos tomados por el equipo de trabajo por el método de cuarteo

Al extraer un promedio de la caracterización que se realizó con el cuarteo de los desechos en el Mercado municipal de Olocuilta se obtuvieron los siguientes resultados:

| Caracterización | % |
|---|----------|
| Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 8.9 |
| Papel, latas, cartón y vidrio | 7.7 |
| Desecho Orgánico Verde (frutas, verduras, hortalizas) | 62.7 |
| Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 8.8 |
| Durapax | 1.4 |

Tabla No. 12: Resultado final de la caracterización de los desechos sólidos por el método de cuarteo³⁹

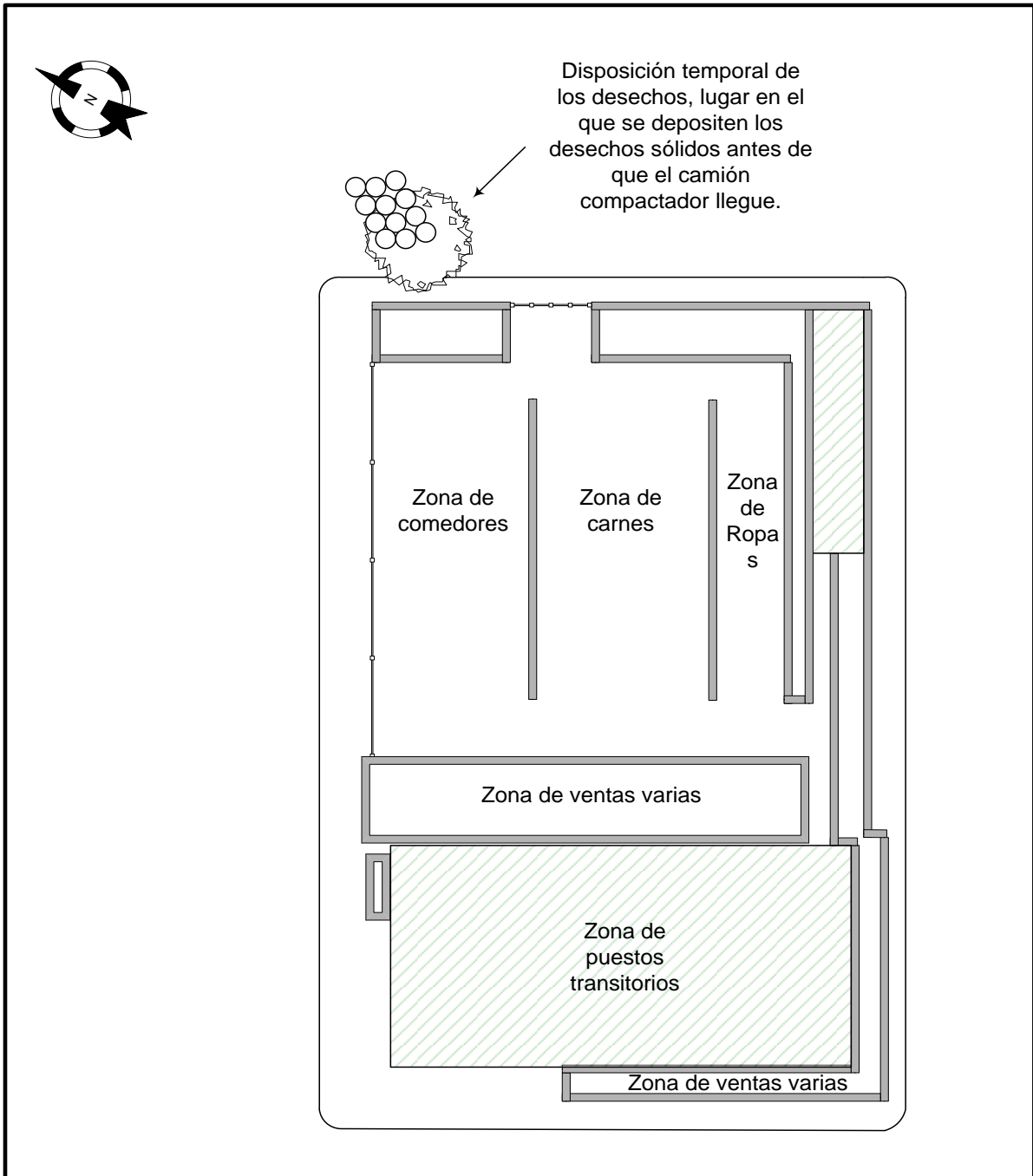
Por el anterior condensado se puede observar que un 62.7 % de los desechos es orgánico. Eso significa que la mayoría del desecho que se produce es de carácter orgánico, puede ser utilizado como materia prima para la alimentación de la lombriz roja californiana en relación a la obtención de un producto ecodiseñado que es el Vermicompost.

Al tener esta caracterización es notable que existen productos que también pueden ser reutilizados o comercializados, como lo es la caracterización que incluye el papel, las latas, cartón y vidrio.

En la siguiente figura se muestra la disposición temporal de los desechos, antes de que el camión compactador llegue a recolectar los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta.

³⁹ *Elaborado por el grupo de trabajo*

3.3.6.2 Recolección



| | | |
|--|---|-----------------------|
| | Ubicación de la disposición temporal de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta | |
| | Preparado por: Henry Roque Oscar Villatoro | Trabajo de graduación |
| | | Junio / 2008 |

A continuación se detallara la forma de cómo se hace actualmente la recolección de los desechos en el mercado municipal de Olocuilta.

Paso 1. Los residuos no son recolectados conforme a una separación adecuada, llámese desechos sólidos o desechos orgánicos, sino mas bien son recolectados en los mismos barriles (ver fotografía 16 y 17) que al final son transportados a la zona trasera del mercado municipal, para que puedan ser recolectados hasta el siguiente día.



*Fotografía No.16: Area de disposición temporal (mercado)
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*



*Fotografía No. 17: Area de disposición temporal (mercado)
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 2 Los desechos son recolectados a las 7 A.M. todos los días a excepción del domingo, estos mismos son depositados un día antes y muchas veces estos desechos no solo corresponden al mercado municipal. Debido a que el lugar donde hacen la recolección es en la parte trasera del mercado y esta al aire libre, facilita que cualquier persona llegue a depositar los desechos que han sido generados por ellos mismos a ese lugar.

Según el Sr. Vicente Cortez, quien es el único encargado del mercado municipal de Olocuilta, menciona que hay personas que salen a vender a San Salvador sus productos y regresan con bolsas llenas de desechos tales como: desechos de repollos, de vegetales, de frutas, entre otras y los depositan en el lugar de acopio que se encuentra situado en la parte trasera del mercado.

La recolección la realiza el personal del camión compactador de desechos, una vez se dejan vacíos los barriles, se apilan (ver fotografía 16) en el mismo lugar donde estaban los desechos, para que el Sr Vicente Cortez los coloque nuevamente en los lugares asignados. Una vez realizado la recolección la basura procede a ser enviada al lugar de disposición final.

Paso 3 Una vez el Sr Cortez ha colocado los barriles, estos son llenados nuevamente por los vendedores, por lo que se puede observar una sola acumulación de residuos en los

barriles siendo así que la recolección siempre la hace la misma persona, el Sr Vicente Cortez. Cabe mencionar que la recolección se hace una tan sola vez al día siempre y por lo general cuando en el mercado no existe mucho movimiento de comerciantes, sobre todo en el área de los puestos transitorios (ver fotografía 18) donde es más notoria la cantidad de basura que se produce, se puede apreciar que el único lugar donde se ponen 3 o 4 barriles para la recolección de la basura en el área de los puestos transitorios. (ver fotografía 19).



*Fotografía No. 18: Área de puestos transitorios
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*



*Fotografía No. 19: Área de puestos transitorios
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 4. Los recipientes llenos son llevados al lugar de acopio que se ha situado en la parte trasera del mercado, cerca del área de comedores y se espera hasta el siguiente día para ser recolectados.



*Fotografía No. 20: Área de comedor
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*



*Fotografía No. 21: Vista de área de disposición temporal (atrás de malla ciclón)
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

No existe una zona específica de recolección, los desechos sólidos que provienen de las ventas del día son depositados en barriles y al final del día son desplazados a la parte posterior del mercado municipal de Olocuilta.

Como principal zona vulnerable al impacto directo del manejo actual de los desechos sólidos se encuentra el área de los comedores, ya que estos se encuentran localizados a un aproximado de 3 metros de distancia del área de acopio de los residuos causando molestias a las personas que venden y visitan al lugar. Por el momento no existe una separación ni recolección idónea de los desechos.

3.3.6.3 Disposición Final

Todos los desechos sólidos que se generan son llevados a un vertedero controlado que fue construido a nivel de microregión los Nonualcos y Anastasio Aquino, el cual es administrado por una empresa privada que se encuentra ubicada en Zacatecoluca, Departamento de la paz.

Dentro del municipio de Olocuilta se encuentra dos camiones compactadores de distinto tonelaje para la recolección de los desechos sólidos, tanto del mercado municipal que es el lugar donde comienza la ruta a las 7 A.M., como del municipio en general. Uno de estos camiones compactadores es el encargado de transportar los desechos del mercado municipal al vertedero.

3.3.7 Diagnostico de la situación actual dentro del mercado municipal de Olocuilta

La forma en la que se manejan los desechos sólidos solo se compone de recolección y disposición final de los desechos.

Dentro del mercado municipal no existen planes de manejo de desechos sólidos, ni planes de tratamiento para los desechos sólidos orgánicos, ni iniciativas por parte de la comunidad para el comienzo de un plan de separación de desechos que traería beneficios a la municipalidad, si existe por parte de la comunidad comercial del mercado municipal de Olocuilta el colaborar en este tipo de actividades, con el objetivo de mejorar la imagen del mercado, así como también la disminución de los focos de enfermedades, en especial las personas que se encuentran en la zona de los comedores y la zona de los puestos transitorios que es la zona que genera la mayor cantidad de desechos orgánicos.

3.4 Propuesta del plan de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal de la alcaldía de Olocuilta.

El plan de manejo de los desechos sólidos que se presenta para el mercado municipal de Olocuilta se enfoca en los desechos orgánicos debido a que dentro de la planificación se presenta la exposición de una propuesta para la implementación del ecodiseño (Cap. 4), en este se describen los pasos que se utilizarán para el manejo adecuado de los desechos sólidos generados durante todas las actividades de comercialización dentro del mercado municipal de Olocuilta.

El plan se realiza considerando los tipos de desechos que se generan, y será evaluado por el Departamento de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Olocuilta con la finalidad de minimizar los riesgos al ambiente y a la salud, así como también la disminución de costos de manejo de desechos sólidos que presentan un alto grado de valor monetario por tonelada métrica que se transporta a los vertederos al aire libre.

Primeramente se propondrá la implementación de un manejo adecuado de los desechos sólidos tomando en cuenta una clasificación y la aplicación de normas para poder clasificar y manipular los desechos. La capacitación a las personas es un elemento importante dentro del plan que se propone al Mercado municipal de Olocuilta, luego se reducirá grandemente mediante el método de las 3 R's (reutilización, recuperación y reciclaje). Una disposición adecuada de todos los que componen la población del Mercado municipal de Olocuilta es factor importante y que exista dentro del mismo todo aquello necesario para poder brindar un buen seguimiento y supervisión de dicho plan.

Es importante identificar y definir la identidad de un plan, porque eso nos brindará los lineamientos que delimiten su función de acción dentro del mercado Municipal de Olocuilta.

Una vez se cuente con una identidad de un plan se procederá a crear en la Alcaldía un enfoque empresarial, debido a que el Departamento de Medio Ambiente será el ente manejador de lo que genere monetariamente un tratamiento de desechos orgánicos, con el fin de utilizarlos para causas sociales dentro de la municipalidad. Será reconocido y posicionado a nivel local como un proyecto que trabajara por el medio ambiente.

Con esto se creara una imagen positiva y unificada del proyecto, generando solidez por medio de la imagen y así afianzar la identidad organizacional mediante el uso más adecuado y razonable de las herramientas para su buen desempeño.

En el caso del Mercado Municipal de Olocuilta, el plan de separación de desechos es responsabilidad de la Unidad de Medio Ambiente, que se encuentra ligado a la alcaldía municipal de Olocuilta lo que procede a ser responsabilidad de la municipalidad. Dejando a un lado al gobierno central y enfocándose en el involucramiento ciudadano dentro del mercado.



*Figura No. 12: responsable del plan de manejo de desechos sólidos
Fuente: Elaboración propia*

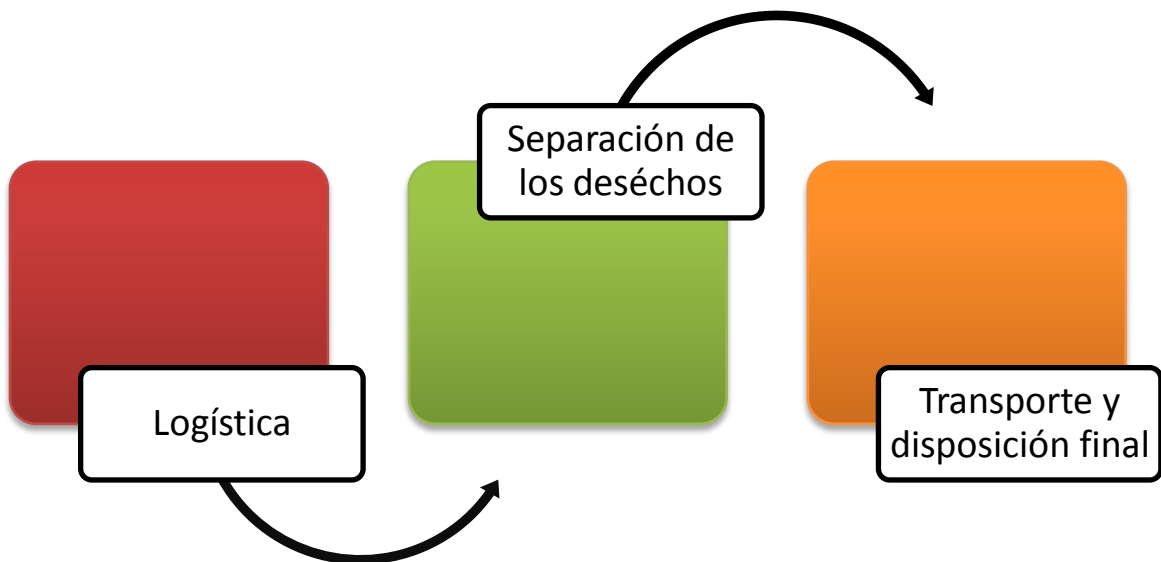
3.4.1 Metas del Plan de Manejo

- Sensibilizar a los vendedores con relación al manejo de desechos sólidos.
- Informar a los vendedores para la disposición y manejo de los desechos sólidos.
- Compartir las responsabilidades entre los vendedores y los miembros de la unidad de medio ambiente de la alcaldía municipal de Olocuilta.
- Promover la participación de los vendedores.

3.4.2 Objetivos del Plan de Manejo de Desechos Sólidos

- Elaborar una propuesta del manejo de los desechos sólidos en el Mercado Municipal de Olocuilta.
- Determinar cuáles son los factores influyentes para obtener un plan adecuado de manejo de desechos sólidos en el Mercado municipal de Olocuilta.

3.4.3 Secuencia de los pasos para efectuar el plan de manejo de los desechos Sólidos en el mercado municipal de Olocuilta



*Figura No. 13: Secuencia de pasos para efectuar el plan de manejo de desechos sólidos
Fuente: Elaboración propia*

PASO I: Logística

La logística como elemento fundamental es aquella en la que se preparan los procedimientos que se tomarán en cuenta para llevar a cabo dicho plan.

Estos procedimientos van desde el nacimiento de la idea de separación de desechos sólidos, los procedimientos que se utilizarán dentro del plan y la forma en la que se mantendrá dicho plan.

Al elaborar un plan de desechos sólidos se necesita fielmente una serie de pasos antes de iniciar el proyecto, estos pasos son aquellas herramientas que se utilizaran para la creación del mismo y su correcto funcionamiento. En la figura No. 13 se puede visualizar aquellos aspectos que se deben de tomar en cuenta para la realización de dicho plan.



Figura No. 14: Plan de manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta⁴⁰
Fuente: Elaboración propia

- *Plan de Comunicación.*

Debido a que la municipalidad cuenta con una radio local se recomienda el uso de la radio para dar a conocer el plan de manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal

⁴⁰ Elaboración propia

de Olocuilta, y también hacer pautas publicitarias para la buena separación de los desechos sólidos.

Se propondrán reuniones con las personas involucradas en el plan estos se harán una vez cada dos semanas para determinar el proceso de recolección y manejo de los desechos, esto se realizara para constatar si se le está dando un seguimiento a los desechos sólidos y para saber si existe algún tipo de inquietud por parte de los usuarios.

También se propone la pega de publicidad informativos en relación a las características de los desechos y cuáles son los contenedores en los cuales se depositaran los desechos y su ubicación.

- *Depósitos adecuados para la recolección*

Los depósitos que se utilizaran dentro del plan de manejo de desechos sólidos en el mercado municipal de olocuilta tienen que ser los adecuados para el manejo de los mismos debido a que se manejaran todo tipo de desechos y para escoger un deposito adecuado para depositar los mismos se debe de tomar en cuenta el factor de los lixiviados que causan contaminación en el suelo.

- *Apoyo de la unidad de medio ambiente de la alcaldía municipal de Olocuilta.*

La unidad de medioambiente tendría que manejar datos en relación a campañas de concientización, campañas informativas, proporcionar las herramientas necesarias para la recolección y almacenamiento de los desechos, manejo de datos estadísticos para controlar si aumenta y disminuye los volúmenes de generación. Así como también los aspectos en el área de los incentivos.

- *Personal.*

El personal que estará a cargo del manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal, tendrá como responsabilidad el supervisar la forma en el que las personas estén cumpliendo con las normativas que la unidad de medio ambiente ha establecido para el buen manejo de los mismos.

- *Participación ciudadana.*

Como pilar fundamental en el plan y como ente principal los vendedores tienen en sus manos el buen manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal, y que ellos mismos se den cuenta de la forma en la que los desechos se pueden aprovechar.

- *Infraestructura.*

Se necesitara una estructura adecuada para la recolección final de los desechos sólidos, la construcción de una caseta que se utilice como centro de acopio de los desechos que estarán clasificados por tipo.

- *Utensilios de trabajo*

Se necesitan instrumentos adecuados para el manejo de los desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta, instrumentos para el manejo adecuado de los mismos y exista mayor facilidad de manipulación.

- *Incentivos*

Es necesario tener en cuenta que un plan de manejo de los desechos en un mercado no solo es cuestión de los usuarios, sino también la alcaldía tiene una gran oportunidad de hacer algo en el proceso como lo es el área de incentivos.

Para los usuarios del mercado se les puede incentivar de la siguiente forma:

1. Elaboración de sticker o calcomanías alusivas al tema propuesto en el plan.
2. Que exista la posibilidad de hacer una guardería para el cuidado de los infantes de las madres que llegan a trabajar al mercado, es decir una guardería para dar apoyo y seguridad maternal mientras se encuentran trabajando.
3. Realizar campañas odontológicas manejadas directamente desde la alcaldía por medio del departamento de medio ambiente.
4. Realizar actividades artísticas para el entretenimiento de las personas del mercado municipal, en énfasis para los hijos de los vendedores.
5. Construir una caseta de recolección de los desechos orgánicos que aisle o minimice la generación de malos olores que se emana siempre en el área de los comedores.

6. Debido a que la mayoría de personas o el sector mas fuerte que se encuentra en el mercado está en el área de los puestos transitorios, es decir el lugar donde se generan mayores ingresos a la municipalidad es necesario elaborar una galera que les proteja del sol y de la lluvia, eso evitaría el uso de toldos a lo largo y ancho de los puestos transitorios.

PASO II: Separación de los desechos

Es importante separar determinados componentes físicos de los residuos sólidos para manejarlos de forma adecuada al tipo de desecho. Al realizar esta separación desde la fuente de generación, se facilita el reciclaje y disposición final de los mismos.

Para un buen funcionamiento de dicha separación se necesitan lineamientos adecuados que tienen que ser dirigidos por las autoridades correspondientes hacia los usuarios finales del mercado como lo son:

a) Capacitación de sensibilidad

La capacitación de sensibilidad consiste en dar a conocer a las personas lo importante que es una correcta separación de los desechos sólidos, y aquellos problemas que puedan causar al no ser manejados de manera correcta.

En la capacitación se darán a conocer los métodos que se utilizaran para la separación y la manera en la que se depositaran los desechos en los contenedores, estos se encontraran en lugares estratégicos del mercado municipal de olocuilta.

Así como también se darán a conocer las formas en las cuales serán anunciadas las medidas que se llevaran a cabo al momento de la separación, se utilizarán métodos que sean de carácter visual ya que este generara un mayor impacto y creara concientización a las personas del mercado.

La disposición final es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. En este lugar se disponen definitivamente los desechos sólidos. La disposición final es:

Los desechos Orgánicos Verdes serán destinados a la zona de compostaje en el cual se trataran los mismos por medio de la lombricultura para generar un producto ecodiseñado, el vermicompost. Los datos en cuanto a la capacidad de producción de la zona de tratamiento de desechos se verán reflejados en el capítulo 5.

Los desechos orgánicos Alimentos y plásticos serán llevados a un vertedero controlado que fue construido a nivel de microregión los Nonualcos y Anastasio Aquino el cual es administrado por una empresa descentralizada que se encuentra ubicado en Zacatecoluca.

Los desechos Reciclables, papel y aluminio se destinarán a reciclaje, con lo que se puede obtener cierto beneficio económico.

Hacer convenios con algunas recicladoras que podrían participar dentro del plan, según la caracterización elaborada se puede identificar aquellos desechos que se pueden reutilizar:

- Plásticos
- Papel
- Cartón
- Vidrio
- Aluminio

| Plásticos | Papel | Cartón | Vidrio | Aluminio |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| AVANGARD | INVERSIONES REPACESA | ALAS DORADAS S.A. DE S.V. | LIZA S.A. | CAPSA S.A. DE C.V. |
| ECOAMIGOS DEL PLASTICO | CAPSA S.A. DE C.V. | DIGA | ALCALDIA DE SAN SALVADOR | INDRESA |
| GARBAL / IBERPLASTICOS | KIMBERLY CLARK | ELIZABETH RIVERA | ALCALDIA MUNICIPAL DE SUCHITOTO | |
| RECIPLAST | ALAS DORADAS S.A DE C.V. | HISPALIA S.A. DE C.V. | | |
| INDUREC | | RECICLAJES S.A. DE C.V. | | |
| INSOEX | | RECICLADORA DON BOSCO | | |

Tabla No. 13: Posibles recicladoras⁴¹

Y luego se procede a elaborar el tratamiento de los desechos orgánicos. (Cap. 5).

⁴¹ Estudio sobre el mercado potencial del reciclaje en el salvador y directorio nacional de reciclaje, San Salvador, Enero de 2006.

b) Separación de los desechos por tipo

Es necesario tener un mecanismo de separación o recolección de los desechos sólidos que se generen al día. Debido al problema actual que se genera al recolectar los desechos se hace la recomendación de que exista una persona que vele por el correcto cumplimiento de separación de los desechos.

Es decir que tiene que mantener constante control de que en todos los recipientes sean depositados los desechos correspondientes a cada color y a su vez informando a los usuarios del uso adecuado de los contenedores.

Una vez los contenedores hayan llegado a su capacidad de almacenamiento es necesario que el encargado transporte los materiales al área destinada para la recolección.

En cuanto a la recolección se recomienda hacerlo en horarios de la tarde debido a que así se evita la conglomeración de residuos que quedan al siguiente día. Se recomienda la recolección de los desechos aproximadamente a las 3 de la tarde con especial énfasis en los desechos de clasificación orgánicos para el posterior tratamiento en la zona de tratamiento de desechos por medio de la lombricultura.

Es necesario mencionar que en el mercado municipal de Olocuilta se perciben aproximadamente 1.24 toneladas de basura cada día.⁴²

A continuación se muestra la figura que expone la manera en la cual se manejarán los desechos sólidos dentro del mercado municipal de Olocuilta.

⁴² Datos estimados por el grupo de trabajo en el momento de la generación.

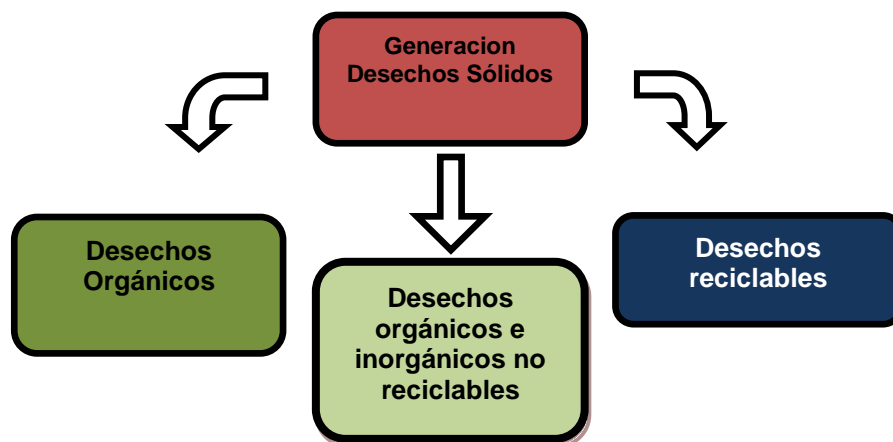


Figura No. 15: Generación de desechos sólidos en el mercado municipal de Olocuilta⁴³

El manejo de los desechos sólidos dentro del mercado municipal de Olocuilta será responsabilidad de La unidad de medio ambiente de la Alcaldía Municipal, los participantes que efectuaran dichas tareas de manejo de los desechos sólidos estará a cargo de los vendedores y vendedoras de el mercado municipal, debido a que ellos serán los que se encargaran de depositar en los contenedores indicados los desechos que ellos mismos generan.

Debido a que en el mercado existen centenares de vendedores los trabajos de separación de desechos sólidos se efectuaran de forma diaria, ordenando cada tipo de desecho por sus características (Desechos orgánicos, Desechos Orgánicos Alimentos, Desechos Reciclables).

Debido a las ventajas de reciclaje que determinados materiales representan, se sugiere hacer la siguiente separación:

⁴³ Generacion de Desechos sólidos. Elaboración propia.

b.1) Desechos Orgánicos Verdes (Contenedor verde)

Restos de vegetales, frutas, verduras, hortalizas, entre otros.



*Figura No. 16: Contenedor verde para desechos orgánicos
Fuente: Elaboración propia*

b.2) Desechos orgánicos e Inorgánicos no reciclables (Contenedor amarillo)

Restos de desechos de carácter orgánico e inorgánico como lo son: Huesos, carnes, telas, entre otros.



*Figura No. 17: Contenedor amarillo para desecho orgánico e inorgánico no reciclable
Fuente: Elaboración propia*

b.3) Desechos Reciclables (Contenedor azul)

Desechos que se pueden reciclar como lo son: vidrios, plástico, aluminio, cartón.



*Figura No. 18: Contenedor verde para desechos reciclables
Fuente: Elaboración propia*

Se tiene en cuenta todas las actividades de planificación, coordinación, estrategias y recursos materiales y financieros para la ejecución del manejo, en este caso en particular es necesario elaborar una campaña de incentivación de la separación de los desechos sólidos por medio de carteles en los cuales se defina la diferencia entre desechos sólidos orgánicos e inorgánicos. Así como también mostrando los diferentes depósitos y los lugares en los cuales estarán establecidos.

La recolección de los desechos será aproximadamente a las tres de la tarde de cada día de la semana.

c) Número y Ubicación de los contenedores

Los puntos donde colocar los recipientes se determinan considerando los siguientes puntos del mercado:

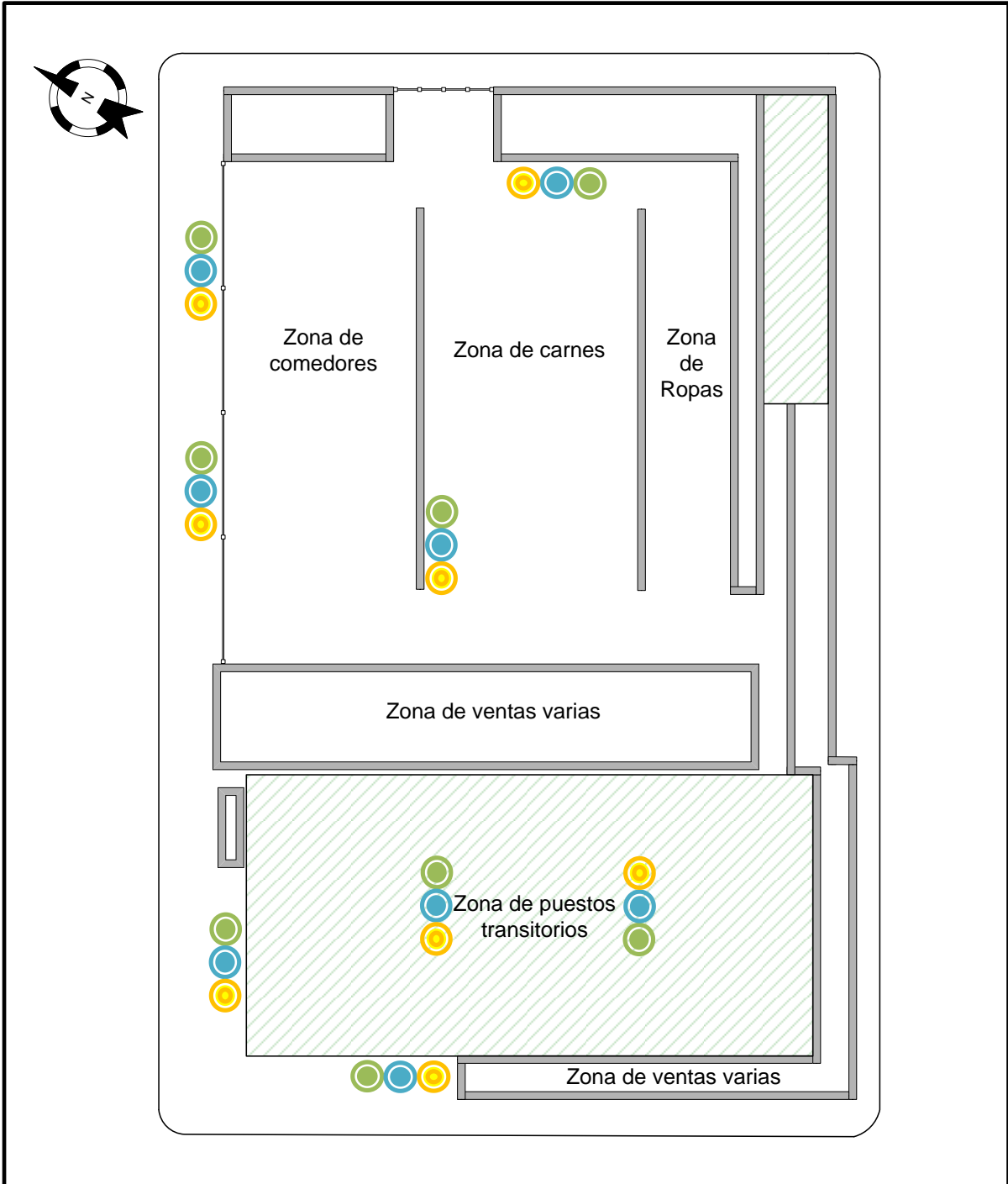
1- Puntos donde hay mayor volumen de generación de desechos, como son: comedores, ventas varias. Para el caso de los desechos orgánicos, la primera ubicación estaría en la zona de los puestos transitorios debido a que existe una mayor afluencia de personas y comerciantes.


2- Que queden accesibles y a la vista del personal que hará uso de ellos, para que este no sea un pretexto de no colaborar con el plan de manejo de desechos sólidos.

El número de contenedores se estima según la ubicación.

Los puntos de color indican cada uno de los contenedores y las zonas en los que se ubicaran, estos lugares fueron escogidos debido al movimiento que este tiene.

A continuación se muestra la distribución propuesta de contenedores dentro del mercado municipal de Olocuilta, así como también la ubicación de los mismos en puntos estratégicos propuestos por el grupo de trabajo en el mercado municipal.



| | | |
|---|---|-----------------------|
|  | Colocación de los contenedores por color | |
| | Preparado por: Henry Roque Oscar Villatoro | Trabajo de graduación |
| | Junio / 2008 | |

PASO III: Transporte y disposición final

Como se menciona anteriormente en el paso 2 es necesario el transporte de los desechos, haciendo mayor énfasis en los desechos orgánicos. La logística de recolección se recomienda hacerse en el transcurso de la tarde debido a que esa hora existe poca afluencia de comerciantes en la zona.

Una vez los productos hayan sido separados se pueden transportar hasta la zona de compostaje por un vehículo de la alcaldía municipal.

En relación a los demás desechos la disposición final sería la asignada por las características de cada contenedor.

NOTA: Los costos que se estimaron dentro de la planificación de la propuesta del plan de manejo de desechos sólidos dentro del mercado de Olocuilta se puede ver con detalle dentro del Anexo 8.

CAPITULO IV: PRODUCCIÓN DEL VERMICOMPOST MEDIANTE EL USO DEL ECODISEÑO

Cuando se presentan condiciones de baja fertilidad del suelo, este no posee los nutrientes adecuados para asegurar un rendimiento satisfactorio en los cultivos. Es por esta razón que es necesario suplir estas deficiencias de nutrientes propios del suelo con un suministro de fertilizantes.

Los fertilizantes son productos industriales elaborados en formas variadas donde su contenido de nutrientes se expresa en porcentajes sobre la cantidad total, lo que a su vez determina la calidad del fertilizante, agregándose a esto las propiedades físicas y químicas que establecen su adecuación para condiciones específicas del suelo o de cultivo.

Los fertilizantes sólidos se pueden encontrar en polvo o granulados los cuales pueden ser vendidos en sacos o a granel, pero su utilización casi ha desaparecido debido a que se aterronan durante el almacenaje y se dificulta su posterior distribución. Sin que ocurra lo mismo con los fertilizantes granulados los cuales no se apelmazan a pesar de permanecer almacenados por largo tiempo.

La mayoría de los fertilizantes posee uno o más de los micronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, encontrándose los dos últimos en forma de fosfato y potasa; otros poseen ciertas cantidades de elementos secundarios tales como calcio, magnesio y azufre, algunos inclusive se encuentran enriquecidos con micronutrientes.

En realidad son muchos los beneficios que brindan los fertilizantes y es casi imposible erradicar por completo su uso dentro del proceso de producción agrícola por lo costoso que se volvería la agricultura y lo poco productiva.

Como punto principal a destacar a favor de los fertilizantes, es que estos permiten brindar a las plantas los requerimientos de nutrientes que no posee el suelo en que se realiza el cultivo, evitando así el poder obtener niveles aceptables de producción, como factor en contra tenemos la toxicidad que podría causar una sobredosis de estos en el suelo, produciendo variaciones en el potencial de hidrógeno, poniendo en riesgo el normal desarrollo de las plantas del cultivo.

Como punto destacable y poco benéfico es, que los fertilizantes al aplicarse se pierden con el riego y esto es un costo significativo dentro del proceso de producción.

Estos problemas gracias al vermicompost se pueden superar por la capacidad residual que posee y su liberación en forma dosificada de acuerdo a los requerimientos que tengan los vegetales.

No es nada nuevo en el mundo la tendencia que existe de poder incorporar a los procesos de producción agrícolas alternativas rentables que disminuyan el impacto que tienen estos procesos sobre el medio ambiente. Es muy difícil poder llegar a manejar cultivos libres de químicos, pero si se puede lograr una combinación que reduzca su impacto negativo al medio ambiente.

Hay países que han adoptado medidas regulatorias para el ingreso o consumo de productos orgánicos libres de abonos químicos como por el ejemplo el caso de EEUU. En el país del norte la calidad, frescura y sabor son las mayores razones que manifiestan los consumidores que compran productos orgánicos (Lohr, 2001). En 1990, el Acta Estadounidense de Producción de Alimentos Orgánicos estableció los estándares nacionales para producción y comercialización. Para implementar el acta de 1990, en 2000, los EEUU establecieron los Estándares Nacionales sobre Producción y Manejo de agricultura Orgánica, vigentes a partir de octubre 2002, con una normativa nacional que regula la producción, manejo, transformación y etiquetado.⁴⁴

En 1991, el Consejo de la Unión Europea (UE) aprobó la Regulación sobre Alimentos Orgánicos, requiriendo a terceros países asegurar que sus estándares eran equivalentes a los europeos. Según el Reglamento de la Comisión Económica Europea (CEE) 2092/91 de 24 de junio de 1991, se puede ingresar al mercado de la UE hasta el 31 de diciembre de 2005, si el productor comprueba que el producto ha sido cultivado con un método de producción con normas y controles equivalentes a las establecidas en la UE.

⁴⁴ **Lohr, Luanne**, "Factors affecting international demand and trade in organic foodproducts", en *Changing structure of global food consumption and trade*, Anita Regmi, ed. Economic Research Service, USDA Trade Report WRS-01-1, 2001.

Después del 31 de diciembre de 2005, terceros países (los países no-miembros de la UE) pueden ingresar al mercado solamente si están en la lista de los autorizados, habiendo solicitado inclusión en la lista. (Valverde, 2003a).⁴⁵

Actualmente sólo Argentina y Costa Rica tienen acceso al mercado de exportación Europeo por lo que El Salvador por carecer de un marco normativo hasta agosto del 2004, no había iniciado el proceso de inclusión. Luego, consultores europeos recomendaron que el país estructurara su registro y que realizara algunas acreditaciones antes de solicitar la inclusión en la lista de terceros países para demostrar alguna experiencia regulatoria.

En el estudio analizado por Valverde se menciona que estas actividades todavía estaban en la etapa de preparación, razón por la cual los encargados del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) esperaron iniciar los trámites hasta los primeros meses del año 2005. Tomando en cuenta el esfuerzo que tuvo que realizar Costa Rica para ser incluidos en la lista de los países autorizados para exportar a la unión europea productos orgánicos (Valverde, 2003a).

Es por eso que existen alternativas orgánicas que se han tomado en cuenta para que a los productos destinados a la fertilización de tierra y mejoras en cuanto a las características necesarias para la obtención de productos orgánicos, básicamente combinación de desechos orgánicos y extractos de plantas, que en la actualidad es una industria que está en desarrollo.

Una manera para reducir el uso de productos químicos es la utilización del Vermicompost para poder obtener calidad en los cultivos.

Por tal razón los datos antes mencionados fortalecen el enfoque de la producción orgánica porque se promueve el reciclado de los residuos orgánicos, a través del proceso de vermicompost, y potencialmente se reduce el empleo de recursos naturales no renovables, utilizados para la preparación de los fertilizantes sintéticos.

⁴⁵ Valverde, Max, "Orientación de trabajo a futuro bajo el tema de acceso a mercados agrícolas y ambiente", Proyecto UNCTAD/FIELD INT/0T/2AQ, julio 2003.

4.1 Ecodiseño

El ecodiseño es una versión ampliada y mejorada de las técnicas para el desarrollo de productos, a través de la cual las organizaciones aprenden a desarrollarlos de una forma más estructurada y racional.

El ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos. El concepto de ecodiseño está contemplado en la agenda de negocios de muchos países industrializados, y es una preocupación creciente en aquellos en desarrollo.

En términos generales, el término ecodiseño significa que ‘el ambiente’ ayuda a definir la dirección de las decisiones que se toman en el diseño. En otras palabras, el ambiente se transforma en el copiloto en el desarrollo de un producto. En este proceso se le asigna al ambiente el mismo ‘status’ que a los valores industriales más tradicionales: ganancias, funcionalidad, estética, ergonomía, imagen y, sobre todo, calidad. En algunos casos, el ambiente puede incluso resaltar los valores tradicionales del ámbito comercial.

En la siguiente figura se muestra de manera grafica los pasos del ecodiseño

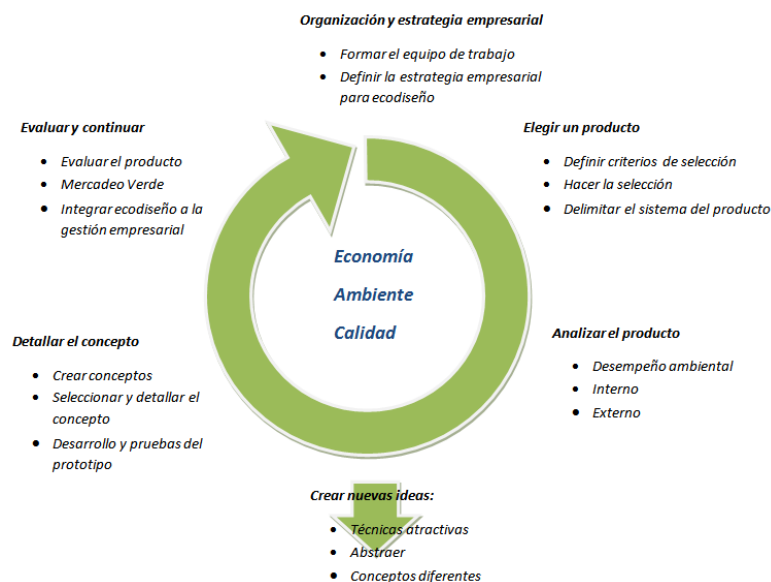


Figura No. 19: Pasos del ecodiseño

En nuestra cultura tenemos numerosos productos artificiales que se usan para las actividades diarias y de los que depende el funcionamiento de la sociedad.

Se prevé en el futuro un aumento y sofisticación del número de ellos. Es precisamente en el diseño o concepción de estos productos donde pueden minimizarse los impactos que se puedan causar al ambiente tanto en la obtención de materias primas, en la fabricación, uso o retirada del producto, dando lugar a una nueva disciplina de diseño más ecológico de productos o de ecodiseño.

Los productos ecodiseñados agregan valor de confianza a quienes los utilizan debido a las propiedades amigables con el medioambiente y los beneficios que dan a la salud humana.

En nuestro caso los productos orgánicos, en específico los abonos ecodiseñados, son aceptados debido a la calidad de nutrientes que brindan en cuanto a la fertilización de los suelos, la alta eficiencia sin necesidad de utilización de químicos y sin el riesgo de contraer enfermedades por el contacto de los abonos sintéticos.

Es por eso que un tratamiento adecuado de los desechos orgánicos por medio de tecnologías como la lombricultura es una herramienta efectiva para la creación de productos ecodiseñados en especial énfasis; elaboración de Vermicompost, que es un proceso en el cual se utilizan los desechos orgánicos como materia prima y que por medio de la interacción de las lombrices y el desecho orgánico producen el abono natural.

4.1.1 Ecodiseño: regulaciones y decretos ambientales

Al cumplir las regulaciones ambientales aplicables se mejora el desempeño ambiental de una organización, se abren las oportunidades de hacer negocios “verdes” y mejorar la imagen ambiental de la organización con los clientes y la comunidad.⁴⁶

En El Salvador existe un decreto de la Ley de Medio Ambiente, 1998 4^a, el cual es el decreto 237.

Decreto No. 237

“Después del 9 de Septiembre de 2007, queda terminantemente prohibido depositar desechos sólidos en botaderos a cielo, ni en ningún otro lugar que no esté legalmente autorizado” (Cumplimiento Al Decreto Legislativo No. 237, Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales)⁴⁷.

Debido al decreto legislativo, se hace necesario recomendar el tratamiento de los desechos sólidos por medio de la técnica de las 3 r's reducir, re-usar, reciclar, debido a la cantidad de desechos que se generan en el mercado municipal se propone la técnica de lombricultura para el tratamiento de estos.

La propuesta del ciclo de vida en específico el de los desechos orgánicos, es aquella que se hace para que su vida útil sea prolongada, el término que se asemeja a este es el término del reciclaje. Los desechos orgánicos son sometidos a un tratamiento en el cual estos todavía poseen características que se pueden aprovechar para la creación de vermicompost, estos al ser sometidos al proceso de lombricultura se les está extendiendo el ciclo de vida que poseen y es así como al final estas propiedades terminan en productos que se pueden volver a utilizar.

La siguiente figura muestra el uso que se le dará a los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta, estos desechos una vez utilizados se

⁴⁶ Redacción del grupo de trabajo

⁴⁷ *Cumplimiento Al Decreto Legislativo No. 237, Ministerio de Medio ambiente y recursos Naturales, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.*

recolectan y se procederá a tratarse por medio de la lombricultura para manufacturar el vermicompost.

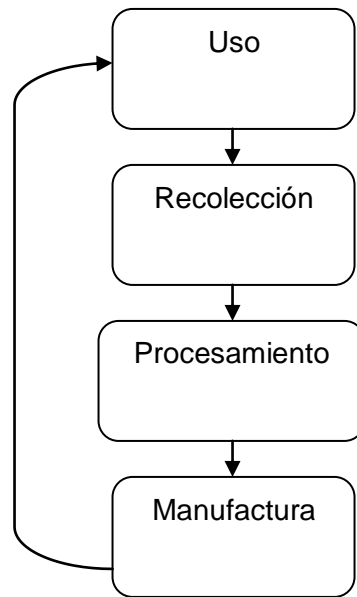


Figura No. 20: Ciclo de vida de un producto reciclado
Fuente: Elaboración propia

La política ante este problema de los residuos orgánicos será dirigida hacia la valorización y la disminución en su origen. La propuesta se enfoca a la cantidad de residuos que se destinan a incineración o ser depositados en vertederos, convirtiéndolos en fuente alternativa de materia prima para ser tratada por medio de la lombricultura.

4.1.2 Estímulos Internos para la alcaldía municipal de Olocuilta en relación al manejo de los desechos del mercado municipal.

4.1.2.1 Necesidad de reducir costos

Al hablar de la necesidad de reducir costos nos enfrentamos a los problemas parciales que afectan a la calidad del entorno más inmediato y cercano del hábitat de la población. Se incluyen temas considerados como “los desechos sólidos depositados al aire libre” que si bien han sido poco valorados hasta el presente, ya se han contrastado como de alta influencia en la salud humana o en la calidad de vida, haciendo énfasis al manejo de los desperdicios y la forma más adecuada de poder tratarlos.

Se pretende reducir los costos de manejo y operación de los desechos producidos en el mercado, debido al precio que se paga por enviarlos a los rellenos sanitarios. El precio por tonelada métrica servida es de \$17 + IVA. Aproximadamente la alcaldía gasta \$18,203 al año en el transporte y disposición final de los desechos sólidos en el Municipio de Olocuilta.⁴⁸

Según datos realizados por el grupo de trabajo la reducción de gastos de transporte y disposición final de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta, es de \$ 6, 682.36 al año. Si se enfoca a los desechos orgánicos es un 62.7% de ese costo anual, esto indica que la alcaldía ahorraría \$4, 189.84 anuales si se manejan los desechos sólidos orgánicos en la zona de tratamiento, y esto sin tomar en cuenta los desechos reciclables que se pueden comercializar según la caracterización realizada por el grupo de trabajo.⁴⁹

Los datos en cuanto a la reducción de los costos se verán en el capítulo 5 de esta propuesta y serán enfocados a la alcaldía municipal de Olocuilta.

4.1.2.2 Necesidad de obtener beneficios según la propuesta.⁵⁰

Los beneficios que la comuna de Olocuilta tendría al implementar la propuesta de separación de los desechos orgánicos serían:

1. Reducir el pago de transporte de los desechos orgánicos del mercado municipal de Olocuilta a los rellenos sanitarios.

⁴⁸ Datos tomados revista informativa anual alcaldía de Olocuilta 2007

⁴⁹ Información estimada por el grupo de trabajo ver información en anexo 9

⁵⁰ Información estimada por el grupo de trabajo. ver información en anexo 9

2. Separación de los desechos sólidos en orgánicos e inorgánicos, en este apartado es notorio ver que al separar los productos orgánicos estos mismos sirven de insumos para la elaboración de Vermicompost. También cabe destacar que si la alcaldía implementa la propuesta de este mismo proceso ellos pueden tener doble beneficio, primero sería la materia prima para las lombrices y segundo la separación de los desechos hace que dentro de los mismos pueda existir características tales como desechos plásticos, aluminio, cartón que puedan de una forma inteligente contribuir al desarrollo del mercado municipal de Olocuilta y a largo plazo del Municipio, ya que con el dinero que viene de la reducción de costos de transporte por los plásticos y aluminio podría servir para invertirlo en nuevas instalaciones o alguna otra obra que beneficien a la comunidad. Así como también ayudaría a que la imagen tanto del mercado como del municipio se vea impecable, dando una mayor confianza a los compradores y visitantes del mismo.
3. Potenciar un plan piloto de manejo de los desechos sólidos orgánicos en el mercado municipal de Olocuilta.
4. La propuesta si se implementara a gran escala podría ayudar a una productividad agrícola mayor y sostenible, así como a la recuperación del suelo. Dentro del suelo, la descomposición de la materia orgánica se debe principalmente a la actividad de macro y microorganismos, estos organismos también contribuyen a la cadena alimenticia de gran parte de la fauna.
5. A largo plazo la propuesta de planificación puede contribuir a la creación de pequeñas empresas de fabricación y comercialización de Vermicompost. Pero esta conclusión se puede dar de forma específica si se evalúa dicha medida.
6. Reducir la cantidad de los desechos que se depositan en espacios al aire libre, vertederos y rellenos sanitarios.
7. Reducir la contaminación del medio ambiente.

El éxito propio de la propuesta se conseguirá según el conjunto de instrumentos de compostaje y manejo que se escojan, acepten y utilicen. Especialmente habrá que considerar aquellos instrumentos de compostaje con mayor relación eficacia/costo y los de tipo social que permitirán un cambio estable en la demanda de desarrollo y consumo.

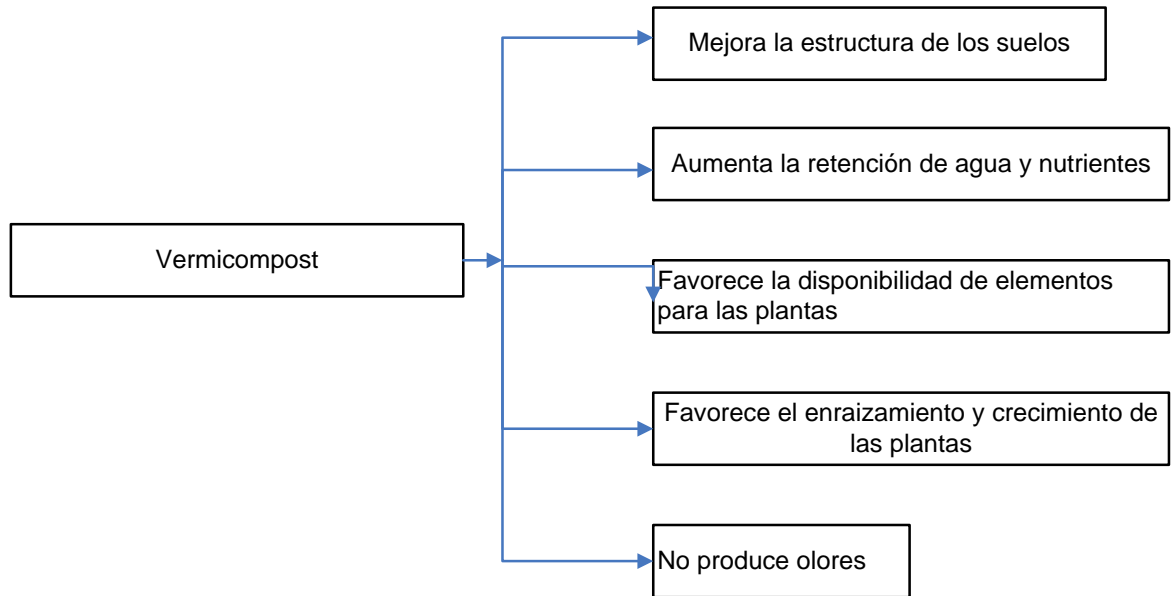
4.1.2.3 Expectativa en cuanto en la innovación de los residuos

La necesidad de innovar a base de los residuos orgánicos responde grandemente a la necesidad misma del aprovechamiento de las características que estos tienen para la utilización en la fabricación de productos. Como tal la realización de nuevos abonos con desechos que no han finalizado su ciclo de vida hace que se prolongue su uso y ayude al nacimiento de nuevos fertilizantes y que estos ayuden a tener una mentalidad emprendedora para los nuevos empresarios.

El ecodiseño como tal genera un gran potencial de expansión de productos nuevos con la variante importante de que son amigables con el ambiente y combina de manera trascendente tres puntos indiscutibles para el crecimiento de los sistemas empresariales. Tales como el producto que se elabora con los desechos orgánicos como materia prima, el amplio mercado que tienen los abonos y el método agrícola utilizado, en este caso, la lombricultura.

Penetrar en un mercado de abonos no es una tarea sencilla, en el mercado salvadoreño, existen cantidades de abonos que ayudan a la fertilización de los suelos y en general son sintéticos o químicos, pero si se comprueba que los abonos orgánicos de manera cualitativa en cuanto a propiedades que éste brinda a la tierra son mejores y se compara con los demás abonos en el mercado, este tendrá una mayor aceptación; así se efectuará una penetración en el mercado de una manera rápida y eficaz.

Una manera en la cual se puede penetrar en el mercado de abonos es comprobando el uso de sus bondades con una evaluación de la aceptación de productos orgánicos, que es un tema novedoso en cuanto a la seguridad alimentaria.



*Figura No. 21: Ventajas del vermicompost
Fuente: Elaboración propia*

La innovación que presenta el Vermicompost es que muestra un abono que es elaborado de manera cien por ciento natural con la utilización de lombrices rojas californianas como punto principal del proceso de producción, debido a que las lombrices al ser alimentadas con los desechos orgánicos y por medio de su tracto digestivo generan humus, que es el excremento de la lombriz, y posee características de fertilidad muy eficientes.

La incorporación del Vermicompost en los suelos puede aumentar el nivel de macro y micro nutrientes y el de materia orgánica. Su composición incluye sustancias que permiten una mayor captación de agua, recuperando así el poder de absorción y posterior disponibilidad de agua para los vegetales.

4.1.2.4 Sentido de responsabilidad ambiental de las autoridades municipales

El desarrollo sostenible es satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

El ámbito del **desarrollo sostenible** puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económica y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar poblacional con el medio ambiente y el aspecto económico de la municipalidad.

Todo es enfocado específicamente a la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad agricultora que se tiene en el municipio.

4.1.3 Estímulos externos

4.1.3.1 Demanda de mercado Nacional

a. Productos orgánicos

Los productos orgánicos como tal no poseen químicos, esto permite de cualquier manera ser más confiables y efectivos que aquellos que son generados artificialmente y que están enfocados a acciones diversas, la utilización de abonos orgánicos es un claro ejemplo de esto.

Según estadísticas reportadas por el Banco Central de Reserva (BCR), El Salvador registra exportaciones de productos orgánicos superiores a los tres millones de dólares, con una tasa de crecimiento durante los últimos cinco años del 30 por ciento.⁵¹

En los últimos años la demanda de productos ecológicos u orgánicos, principalmente de consumo fresco, se viene incrementando progresivamente. Ello constituye una oportunidad interesante para los agricultores salvadoreños, tan afectados últimamente por la crisis económica, sobre todo los pequeños y medianos.

⁵¹ 30 de agosto 2006, *El Diario de Hoy*

Se puede apreciar que en un futuro cercano la condición que primará en la exportación de alimentos será su certificación como productos ecológicos.

Para estimular la demanda del Vermicompost y para ofrecer información relevante sobre su ciclo de vida, para satisfacer la demanda de información ambiental por parte de los compradores se pueden utilizar con libertad las ecoetiquetas.

Una de las estrategias fundamentales para la producción ecológica es el uso de abonos orgánicos como base de la fertilidad del suelo. Lo deseable es que dichos abonos se obtengan a partir de los residuos orgánicos, tanto de origen vegetal como animal. Ello no sólo permite mejorar la fertilidad integral del suelo (física, química y biológica) sino que evita la dependencia de insumos externos a los que generalmente está sujeta la agricultura.

4.1.3.2 Gobierno y legislación

Se hace mención al **REGLAMENTO PARA LA PRODUCCION, PROCESAMIENTO Y CERTIFICACION DE PRODUCTOS ORGANICOS** (ver anexo 5), ya que el reglamento tiene por objeto establecer las normas para regular la producción, procesamiento y certificación de productos orgánicos así como para el funcionamiento de un sistema de control y certificación de dichos productos.

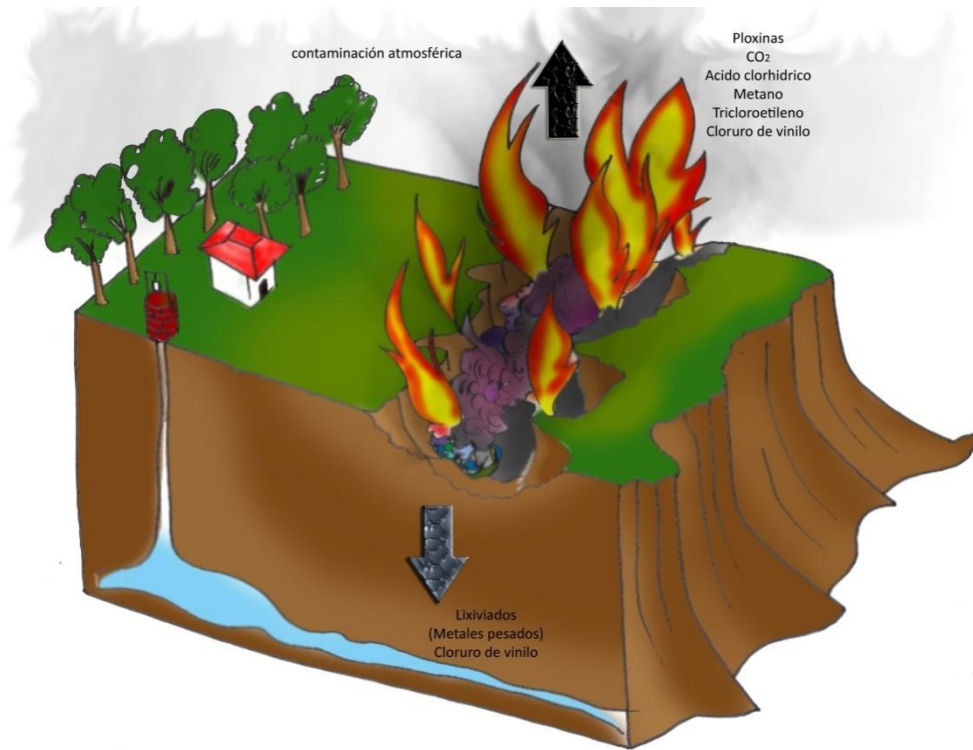
4.2 Problemas ambientales que justifican el ecodiseño⁵²

El abono creado por medio del ecodiseño que tiene como base la utilización de los desechos orgánicos del mercado municipal de Olocuilta como materia prima para la alimentación de las lombrices rojas californianas es justificable desde el punto de vista de varios factores.

La generación de desechos con contenido de materia orgánica, implica una serie de impactos ambientales que pueden ser tratados de diversas maneras, tales como selección de los sitios de acopio, riesgo a la salud pública, peligrosidad de contaminación directa a la tierra, mantos acuíferos y aire, así como el traslado y manejo de los desechos para su disposición final.

⁵² *Desechos orgánicos: Estudio para la evaluación mercadológica de los desechos industriales, El Salvador 2004, pag.14.*

En la siguiente figura se muestra de manera grafica la forma en la cual los desechos son manejados, y los efectos por los cuales se justifica el ecodiseño.



*Figura No. 22: problemas ambientales que justifican el ecodiseño
Fuente: Elaboración propia*

Impactos al aire: El amoníaco se volatiliza fácilmente con la exposición de la materia orgánica al aire; cuanto más grande es la exposición, es decir, una mayor área específica en contacto con el aire, más amoníaco se volatilizará. Las emisiones de amoníaco pueden resultar en la fertilización con nitrógeno y el cambio en la composición de especies en ecosistemas naturales y/o en la eutroficación de sistemas acuáticos. El metano y el N₂O son gases traza irradiantes involucrados en el calentamiento global.

Un ejemplo claro de la reducción del impacto que causan los desechos al aire son los rellenos sanitarios que como tal ayudan a reducir emisiones de carbono por el método con el cual funcionan, debido a que los desechos no son quemados y no producen gases nocivos al medio ambiente.

Impactos al suelo: La descomposición de materia orgánica, influye en el pH de suelo, produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo. Influye en el estado de dispersión/floculación del suelo. Es un agente de alteración por su carácter ácido, descompone los minerales.

Impactos al agua: La pérdida de amoníaco a partir de los desechos es perjudicial para el medio ambiente externo porque contribuye a la lluvia ácida, lo mismo que a bajas tasas N/P, las cuales incrementan la probabilidad de escorrentía excesiva de P hacia los cuerpos de agua adyacentes. La escorrentía superficial con el agua de limpieza, con la lluvia desde los corrales, alimentadores, establos, mataderos, mercados, etc. puede ser una fuente importante de polución.

La materia orgánica disuelta en agua influencia en la demanda bioquímica de oxígeno, la mayoría de los peces no pueden sobrevivir en agua con menos de 5 ppm (partes por millón) aunque hay algunos que viven en agua de menos de 3 ppm de oxígenos disuelto. Las mediciones de oxígeno disuelto (OD), junto con la utilización del oxígeno, demanda bioquímica (DBO), son los factores que se usan para determinar el grado de contaminación del agua.

4.3 Pasos para establecer un plan de ecodiseño para el tratamiento de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta en la zona de compostaje.

4.3.1 Paso 1: Organización y estrategia empresarial.

4.3.1.1 Propuesta de formación de un equipo de trabajo para el manejo de los desechos.

Debido a las características de manejo de una empresa que se presentan al crear una zona para el tratamiento de los desechos orgánicos, es necesario definir los actores principales en el proceso de producción y manejo de dichos espacios para producción.

Dicho grupo comprobará el proceso sistemático de ecodiseño en cada una de sus etapas. También planearán de manera acertada cada uno de los procedimientos que se llevarán a cabo. Formarán estratégicamente a las personas que integran el mercado, y serán los encargados de velar por el funcionamiento de los procesos que se ejecutarán para que se fabrique el producto ecodiseñado. Así como también deben implementar la propuesta de ecodiseño enfocado específicamente al mercado de dicho municipio.

4.3.1.2 El papel de la alcaldía municipal de Olocuilta

En cuanto al papel gerencial, es de mencionar la injerencia que va a tener el alcalde del municipio, debido que el máximo responsable que se haga cumplir los pasos para la elaboración de un proceso de ecodiseño dentro del municipio es el, mediante reuniones constantes con el encargado del proyecto (departamento de medio ambiente) y el encargado de la zona que será destinada para el tratamiento de los desechos orgánicos del mercado.

Es decir la alcaldía podría ver sus beneficios traducidos en oportunidades si se estima los datos proporcionados por el grupo de trabajo

Siendo el vermicompost el factor principal de cualquier tipo de organización, se deben considerar alternativas y estrategias en todo el ciclo de vida del producto o de la prestación del servicio, para tomar decisiones con respecto a la elaboración, con el objeto de minimizar los impactos ambientales negativos generados.

4.3.1.3 Coordinador del proyecto

Como cualquier proyecto de gran interés, el jefe de la unidad de medio ambiente de la alcaldía municipal de Olocuilta facilitará y controlará el proceso de coordinación de la propuesta. Este asegurará una comunicación efectiva entre los miembros del equipo y mantendrá una comunicación regular con las autoridades municipales. Misma que juzgará si es necesario el entrenamiento o el apoyo externo en el campo del ecodiseño. Ellos decidirán las herramientas de ecodiseño que se aplicarán y serán los responsables de que tanto el plan como los resultados sean documentados.

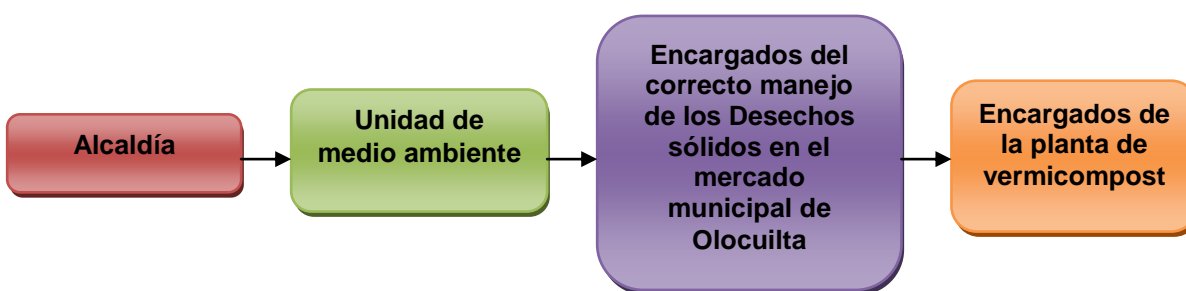
4.3.1.4 El papel del departamento de sanidad ambiental

El departamento de sanidad ambiental tiene un papel fundamental dentro de la Unidad medio ambiental del Municipio de Olocuilta, ya que posee un conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas enfocadas a la salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental del municipio. Su trabajo consiste en el manejo sanitario del agua potable del municipio, sus aguas residuales, residuos sólidos, el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural.

4.3.1.5 Papel de las personas involucradas

El papel fundamental de las personas involucradas es valer por el correcto funcionamiento de los procesos que conllevan a la fabricación del vermicompost de una manera apropiada en cuanto a la supervisión de dicha zona que se dedicará a la generación del mismo. Así, como también la supervisión enfocada a la inspección de la calidad de la materia prima y de la buena separación de los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta para la alimentación de las lombrices rojas californianas dentro de la zona de compostaje.

En la siguiente figura se muestra el orden el cual se sobrellevan los cargos, observando así a la alcaldía como ente rector de dicha propuesta por medio de la unidad de medio ambiente, y en consecuencia con los encargados que estarán en el mercado municipal de Olocuilta para que se realiza una buena separación de los desechos.



*Figura No. 23: Jerarquía de cargos para el manejo del plan de manejo de desechos
Fuente: Elaboración propia*

El ecodiseño está enfocado a brindar formas en las que aquellos productos que son nocivos con el ambiente sean más amigables con el mismo. Por lo tanto el ecodiseño como tal es una herramienta que se utiliza dentro del proceso productivo.

En la siguiente tabla se muestran los elementos importantes dentro de la producción de productos ecodiseñados.

Tabla No. 14: Elementos del proceso productivo del vermicompost

| Materia prima | Proceso productivo (Tecnologías limpias, códigos de buenas prácticas) | Producto |
|--|---|---------------------|
| <p>En cuanto a la materia prima los encargados son los que separarán los desechos orgánicos para la alimentación de las lombrices dentro del proceso productivo, en la cual se presentan personas que estarán monitoreando el desempeño de las lombrices en base a las propiedades que están presentando al compost utilizado, para luego obtener el producto y finalmente su etiquetado y empacado.</p> | <p>Dentro del proceso productivo se aplican tecnologías limpias que serían la lombricultura y códigos de buenas prácticas, que estarán a cargo del departamento de medio ambiente del Municipio de Olocuilta.</p> | <p>Vermicompost</p> |

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.6 Análisis FODA

El análisis FODA que se realizara nos permitirá visualizar de una forma ordenada un cuadro de las situaciones del método de agricultura que se utilizara para la generación del producto ecodiseñado, se enfoco en la lombricultura porque en general de aquí depende la calidad del producto y en el cual se encuentran incluidos todos los procesos. Con esto se permitirá obtener un diagnostico preciso.

| Fortaleza | Oportunidades |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • La lombricultura es un método agronómico que utiliza lombrices para producir Vermicompost, siendo esto un método sencillo para la elaboración de abonos orgánicos enfocado a la fertilización de los suelos. • Dado a que El Salvador es de clima templado y sus temperaturas oscilan entre los 21 y los 36 grados centígrados, el clima es un factor de gran incentivo para dicha actividad agronómica. • Al trabajar con el mercado municipal de Olocuilta se asegura que existe un alto porcentaje de probabilidades de poseer materia orgánica para el Vermicompostaje. • Las lombrices hacen que disminuya el tiempo de fabricación de humus • No requiere de altos grados de tecnificación que hagan incrementar los costos por la utilización de maquinaria dentro del proceso de fabricación. • Requiere de poca mano de obra para el manejo y control del proceso de producción de vermicompost | <ul style="list-style-type: none"> • Por el amplio desarrollo que se obtendrá con el vermicompost, será una alternativa de fertilización de los suelos y cultivos de olocuilta. • Los mercados de productos orgánicos están en creciente demanda debido a las propiedades alimenticias que estos poseen, como tal el vermicompost ayuda grandemente a la producción de los mismos. • Exportación de productos orgánicos a nivel regional, nacional e internacional. |

| Debilidades | Amenazas |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de difusión de la información sobre las bondades del vermicompost. • Falta de organización de los productores que permitan elaborar un mapa de producción para el Municipio de Olocuilta | <ul style="list-style-type: none"> • La utilización de nuevas técnicas de producción de abono de tipo orgánico como el compost que podría disminuir la demanda del vermicompost. • El hecho de no contar con mano de obra barata que permita bajar los costos de producción. • Que los desechos orgánicos adquieran un valor monetario a corto o a largo plazo, al existir más productores tanto de vermicompost como del compost |

*Tabla No. 15: Análisis FODA de la utilización de lombricultura
Fuente: Elaboración propia*

4.3.2 Paso 2: Selección de producto

4.3.2.1 Definición de criterios de selección

Oportunidad. Debido a que en el mercado agrícola existe la utilización de fertilizantes sintéticos para el tratamiento de los suelos se ha decidido incursionar en la elaboración del vermicompost.

Los Mercados Verdes debido a que son mercados que se encuentran al aire libre y en su lugar de producción, para ser específicos en los invernaderos, en espacios públicos, donde los agricultores y ganaderos venden directamente al público. Es una parte esencial, en muchos casos, de los Circuitos de Comercialización Cortos, la producción de variedades locales y el consumo de productos locales, con sus consecuencias positivas para la sostenibilidad.

Estos mercados se conocen por aportar comida local y muy fresca, ya que sus producciones no suelen pasar por cámaras frigoríficas ya que se recolecta en el día, lo que se venderá en la jornada.

Viabilidad. Existe la conformidad de seleccionar los desperdicios del mercado municipal de la alcaldía de Olocuilta, como materia prima, debido a que el 62.7% de los desechos sólidos que se generan en el mercado son de carácter orgánico.⁵³

De acuerdo a la caracterización realizada en el mercado Municipal de Olocuilta, el índice de desechos orgánicos es grande, esto significa que hay un 100 por ciento de probabilidades que se pueda utilizar estos residuos como materia prima para la alimentación de las lombrices rojas californianas.

Así como también el apoyo de la alcaldía municipal de Olocuilta a realizar proyectos de auge social para el desarrollo del municipio.

⁵³ Datos tomados el grupo de trabajo mediante el cuarteo de los desechos en el mercado de Olocuilta

4.3.2.2 Nivel de calidad del producto orgánico vs el producto sintético.

Respecto al vermicompost o humus de lombriz, éste constituye la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición, la cual se encuentra químicamente estabilizada y permite regular la dinámica de la nutrición en el suelo. El humus de lombriz se obtiene a través de un proceso en que la lombriz come y defeca materia orgánica reciclándola a través de su tracto intestinal. Un estudio realizado por (Vergel 1991) menciona que el vermicompost no es más que una materia de color oscuro, con un agradable olor.

Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.⁵⁴

Al realizar previamente un proceso de compostaje de los desechos orgánicos y utilizarlos como materia prima para la alimentación de la lombriz, se puede obtener un producto mejorado, ecodiseñado que es el Vermicompost.

El Vermicompost es uno de los pocos fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por c.c.), capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Su aplicación rebaja hasta un 40% los costos de fertilización.⁵⁵

Abonar no es lo mismo que fertilizar. Al fertilizar mejoramos las propiedades del suelo para aprovechar al máximo la aplicación de los nutrientes contenidos en los abonos. Cuando hablamos de abonado y fertilización en agricultura, nos referimos a la incorporación al suelo de materia orgánica y/o nutrientes minerales. La síntesis de ambos se encuentra en el excremento de la lombriz, que es un fertilizante natural de extraordinaria calidad. Otra característica en cuanto al Vermicompost es que las hortalizas que se cultivan con ese compost son más ricas en minerales y vitaminas. Las plantas aumentan sus defensas naturales porque el vermicompost es más útil que cualquier otro abono, ya sea químico, natural o la mezcla de ambos.

⁵⁴ Vergel, C 1991 *Lombricultura en Colombia, Lombriver Naturaleza y vida. Medellín, Colombia. Pág. 12*

⁵⁵ COMPOST DE LOMBRIZ (disponible en: http://www.bioagro.com.uy/compost_de_lombriz.htm consultado el: 15 de julio de 2008)

La forma como se produce este proceso es la siguiente: Los ácidos resultantes de los procesos de degradación de la materia orgánica, disuelven parte de los productos minerales del suelo y los hacen aprovechables para la nutrición de las plantas. La acción microbiana favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fitosanitarios. El nitrógeno contenido en el vermicompost, se encuentra en forma asimilable por las raíces, con la ventaja de ser retenido en el horizonte A – B (capa cultivable del suelo), evitando ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a capas muy profundas fuera del alcance del sistema radicular. La modificación que produce en la población microbiana del suelo, la hace muy apta para fijar el nitrógeno atmosférico.⁵⁶

Un estudio realizado por la Universidad Nacional de Loja, en la planta de lombricultura del municipio de Loja en Ecuador, menciona que El contenido en materia nutritiva es sumamente alto, y la contaminación con metales pesados es muy baja. Eso significa que tiene una buena calidad de abono el Vermicompost, producido de basura biodegradable.

Tabla No. 16: Componentes del humus de Lombriz⁵⁷

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| PH H ₂ O | 7-8,8 |
| PH KCL | 7-7,3 |
| M.O. (materia orgánica) | 35-40% |
| C/N | Dic-14 |
| Humedad | 40-45% |
| C.I.C. | 167 meq/100gr |
| Nitrógeno total | 2-2,6 |
| Fósforo P ₂ O ₅ | 1,5-2% |
| Potasio (K) | 1,5% |
| Calcio (Ca) | 2% |
| Magnesio (Mg) | 1-1,3% |
| Cobre (Cu) | 0,5 p.p.m. |
| Zinc (Zn) | 160 p.p.m. |
| Manganeso (Mn) | 500 p.p.m. |
| Acidos Húmicos | 3-4% |
| Bacterias totales | 133 x 10 ⁷ (U.F.C./gr) |
| Actinomycetos | 41x10 ⁴ (U.F.C./gr) |
| Hongos | 48x10 ³ (U.F.C./gr) |
| Actividad Biológica Global | 0,93u gr/ml (I.N.F.T./gr) |
| Germinación | Inferior al 8% |
| Presentación | Gránulos de aprox 2 mm |
| Densidad | 0,6-0,65 ton./m ³ |

⁵⁶ COMPOST DE LOMBRIZ (disponible en: http://www.bioagro.com.uy/compost_de_lombriz.htm consultado el: 15 de julio de 2008)

⁵⁷ Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C

La siguiente tabla se muestra los tipos de fertilizantes sintéticos:

| Fertilizante | Riqueza | Reacción | Solubilidad (g.l ⁻¹ a 20 °C) |
|----------------------|---|-----------|---|
| Ácido fosfórico 75 % | P ₂ O ₅ - 52,0 % | Muy ácida | Muy soluble |
| Ácido nítrico 54 % | N- 12,6 % | Muy ácida | Muy soluble |
| Fosfato monoamónico | P ₂ O ₅ - 61,0 % N- 12 % | Ácida | 380 |
| Fosfato monopotásico | P ₂ O ₅ – 53,0 % K ₂ O- 34,0 % | Básica | 230 |
| Nitrato amónico | N- 33,5 % | Ácida | 1970 |
| Nitrato cálcico | N- 15,5 % CaO- 27,0 % | Básica | 1260 |
| Nitrato potásico | K ₂ O- 46,0 % N- 13,0 % | Neutra | 320 |
| Sulfato amónico | N- 21,0 % SO ₃ - 60,0 % | Ácida | 740 |
| Sulfato magnésico | SO ₃ - 32,5 % MgO- 16,0 % | Ácida | 360 |
| Sulfato potásico | K ₂ O- 50,0 % SO ₃ - 47,5 % | Ácida | 120 |
| Superfosfato simple | P ₂ O ₅ - 19,0 % | | 20 |
| Superfosfato triple | P ₂ O ₅ - 45,5 % | | 40 |
| Urea | N- 45,0 % | | 1060 |

Tabla No. 17 Fertilizantes y sus propiedades vrs el Vermicompost haciendo comparación con Tabla No. 16⁵⁸

La ventaja que se va a tener con el Vermicompost es que el compostaje se hace bajo estrictas normas y parámetros de separación, es decir que la materia prima (desechos orgánicos) son seleccionados adecuadamente y no se compostan otros desechos orgánicos que causen algún tipo de enfermedad, como lo serían papeles de servicios sanitarios, cartones u hojas de papel con tinta impresa.

⁵⁸ *Propiedades de los fertilizantes (disponible en: www.quiminet.com.mx . consultado el: 19 de julio de 2008)*



Figura No. 24: Alimentos no aptos para el proceso de alimentación de las lombrices rojas californianas
Fuente: Elaboración propia

El plan de manejo de desechos sólidos propuesto al mercado municipal de Olocuilta indico que los desechos orgánicos se muestran en proporciones aceptables y de calidad. Debido a que en el mercado se manejan generalmente los mismos desechos, de la caracterización de los desechos en el mercado municipal de Olocuilta se desprendieron estos datos:

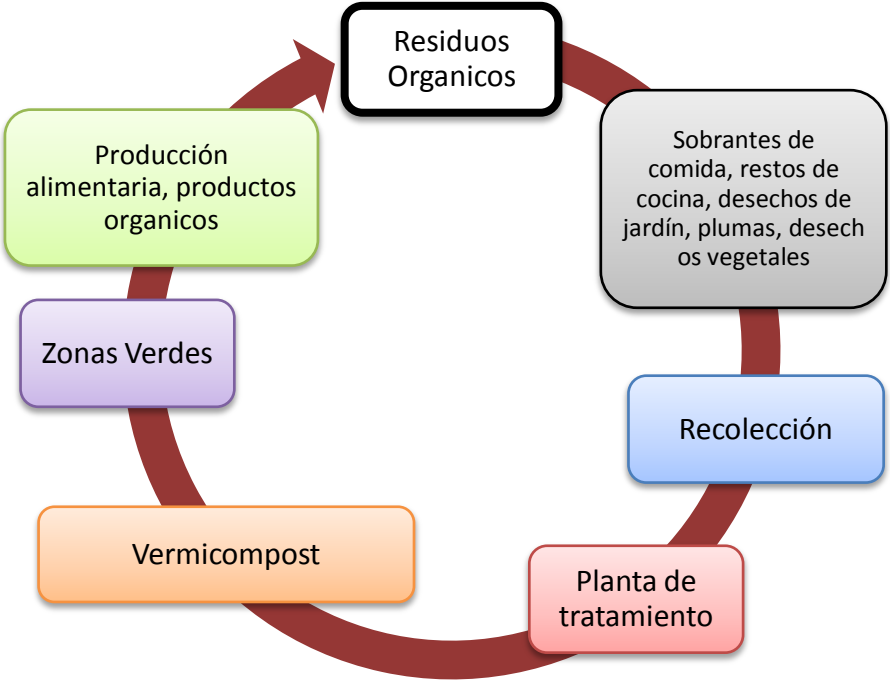
| Caracterización | % |
|--|------|
| Plásticos (botellas, bolsas, cubiertos de plástico) | 8.9 |
| Papel, cartón | 7.7 |
| Desecho orgánico Verde(frutas, verduras, hortalizas) | 62.7 |
| Desechos orgánicos e inorgánicos que no se reciclan | 8.8 |
| Durapax | 1.4 |

Tabla No. 18: Caracterización de los desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta
Fuente: Elaboración propia

A diferencia de un compostaje tradicional, el compostaje se realizara solo con desechos orgánicos y ese será el alimento a proporcionar, la propuesta maneja los datos de cómo poder obtener mejores resultados dando el compost a la lombriz obteniendo el Vermicompost ya ecodiseñado.

4.3.2.4 Duración del ciclo de vida

A continuación se muestra de manera grafica el ciclo de vida de los residuos orgánicos y su extensión del ciclo de vida al ser utilizados en tratamientos de desechos orgánicos.



*Figura No. 25: Duración del ciclo de vida para los desechos orgánicos
Fuente: Elaboración propia*

4.3.3 Paso 3: Análisis del producto⁵⁹

Para analizar el vermicompost se toma en cuenta una serie de pasos los cuales se consideran al momento de su estudio:

a. Análisis Morfológico

Es un material de color oscuro, de carácter fino, es un material que es suave al tacto y su bioestabilidad no permite su putrefacción.

b. Análisis Funcional

La función principal es fertilizar el suelo y proveerlo de propiedades que sean óptimas para el desarrollo de especies vegetales, así como también evitar la erosión.

c. Análisis estructural

El análisis químico del vermicompost nos muestra:

- Sustancias orgánicas: 40-55%
- Nitrógeno total: 2.5%
- Fósforo soluble: 1 %
- Potasio: 2.6%
- Ceniza: 30-40%⁶⁰

d. Análisis de funcionamiento

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plántones.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.

⁵⁹ Los datos se sustentan en el capítulo 2 de este trabajo.

⁶⁰ MERINO, J.F. poblaciones de lombrices de tierra en una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *erythrina poeppigiana* una pastura asociada con árboles de *Cordia alliodora* una pastura sin árboles y vegetación a libre crecimiento, en el CALTIE, Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica.

- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Su pH neutro lo hace sumamente adecuado para ser usado con plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los microorganismos nitrificadores del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos).
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del campo.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante,

se está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones.⁶¹

El vermicompost se puede utilizar tanto en verano como en invierno. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno; si se aplica en el momento de la plantación **favorece el desarrollo radicular** y al hacer más esponjosa la tierra, **disminuye la frecuencia de riego**.

El vermicompost puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

e. Análisis tecnológico

El Vermicompost está compuesto en un 100 por ciento por el humus de la lombriz roja californiana, que por medio de su proceso digestivo presenta un producto final.

El proceso inicia desde la segregación de los desechos orgánicos que será la materia prima o la alimentación de dichas lombrices, luego estos alimentos pasan por el sistema digestivo de la lombriz en donde ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis, saneamiento y enriquecimiento enzimático y microbial, lo cual trae como consecuencia un aumento sustancial en la velocidad de degradación y mineralización del desecho, obteniendo el vermicompost.

Por medio de un proceso secuencial comenzando desde la separación óptima de los desechos orgánicos, luego pasando por un previo compostaje y llegando a las camas de producción de vermicompost se obtiene un fertilizante que muestra buenos resultados en cuanto a propiedades para el buen desarrollo de productos orgánicos.

⁶¹ Características del Vermicompost (disponible en: <http://www.emison.com/5105.htm>, consultado el 20 de julio de 2008)

4.3.3.1 Lista de control de ecodiseño

Para evitar la omisión de algún impacto ambiental, se recomienda el uso de la lista de control de ecodiseño, que se describe a continuación.

Aquí se observa si el producto verdaderamente tiene un bajo o nulo impacto ambiental, todo esto enfocada en el proceso de producción del vermicompost.

| | |
|---|---|
| ANÁLISIS DE NECESIDADES | En cuanto a necesidades, este se enfoca a lo social, en la producción alimentaria, la producción de productos agrícolas sin necesidad de utilizar químicos. Esto conlleva a la reducción de problemas que los abonos sintéticos puedan causar. |
| PRODUCCIÓN Y PROVISIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES | Para la producción de enceres se necesitan materiales, el vermicompost no necesita mas que de la materia orgánica que proviene del mercado municipal de Olocuilta y un tiempo de compostaje. No se necesita de materiales de alto costo, como madera, metales, ni productos químicos. La cantidad de desechos orgánicos genera un alto grado de provisión de materia prima. |
| PRODUCCION EN LA ZONA DE TRATAMIENTO | Dentro de la zona de tratamiento no existen procesos que conlleven a una posible contaminación del área en la cual estará ubicada la misma. |
| DISTRIBUCIÓN | Al momento de distribuirse no genera ningún tipo de desecho, se transporta en bolsas que pueden ser fácilmente utilizadas para plantas en viveros. |
| UTILIZACIÓN | No generan ningún tipo de problema porque es de fácil aplicación y manejo, y posee propiedades que son efectivas para los usos específicos del vermicompost. En cuanto a la vida útil del producto es un producto que genera más vida debido a que contribuye al crecimiento y fortalecimiento de abonos orgánicos que se cultivan en la zona. |
| RECUPERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL | El vermicompost no se desecha, se utiliza y genera buenos resultados. Cuando se utiliza para la generación de productos orgánicos, estos posteriormente se venden, luego son utilizados por las personas que los adquieren para su alimentación diaria; luego los consumidores generan el desecho orgánico que en este caso es el desecho vegetal, estos sobrantes son aquellos componentes que se utilizan para crear más Vermicompost, es un producto que tiene como base el reciclaje para su elaboración. La forma en la que separan los desechos es rápida y en cantidades aceptables. |

Tabla No. 19: Lista de control de ecodiseño

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.2 Análisis interno del producto

Este análisis incluye la evaluación detallada de las fortalezas y debilidades ya evaluadas en este capítulo que posee el vermicompost y que influyen directamente en la calidad del mismo. Para enfocar mejor este análisis se debe mantener la estrategia de la alcaldía municipal de Olocuilta, además de tomar en cuenta los resultados del análisis FODA con respecto al estudio de la lombricultura y como efecto el vermicompost.

Con esta información se puede analizar de forma sencilla los efectos que el vermicompost tiene sobre el medio ambiente en comparación a los desechos orgánicos que no son utilizados de manera.

1. Reducir costos

El vermicompost disminuye grandemente los costos de adquisición de abonos inorgánicos, así como también costos de producción. Esto es debido a que en el mercado existen abonos sintéticos y sus precios son altos por quintal. (ver tabla No. 20 de costos de productos sintéticos).

| ABONO PARA PLANTAS | PRECIOS | PRESENTACIÓN |
|--------------------|---------|--------------------|
| 16200 | \$ 5.25 | Arrobas (11.32 kg) |
| Triple 15 | \$ 5.50 | Arrobas (11.32 kg) |
| Sulfato | \$ 4.25 | Arrobas (11.32 kg) |
| Urea | \$ 6 | Arrobas (11.32 kg) |
| Vermicompost | \$ 3.75 | 5 kg |

*Tabla No. 20: Precio de productos sintéticos y vermicompost
Fuente: Elaboración propia*

Al producir vermicompost se minimizaría en gran medida el costo de adquisición de los abonos sintéticos que comúnmente son utilizados para las plantaciones, y los costos de producción de vegetales, hortalizas y frutas disminuirían, dando así una ganancia de tipo económico, debido a que el vermicompost es más fácil de producir a un menor costo, ya que la materia prima utilizada serán desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta, cabe mencionar y recalcar que el Vermicompost presenta todas las propiedades

que se tienen por separado en cada una de las presentaciones de abonos sintéticos, lo que significa que obtiene todas las características de un abono comercial y mejora las propiedades del suelo. (Datos económicos serán evaluados en capítulo 5 de este trabajo)

2. Mejorar la Calidad

La calidad del abono es mejor a comparación de los abonos sintéticos, con el método de la lombricultura se mejoran las propiedades específicas en cuanto abono se refiere, causando una buena aceptación del producto para los fines específicos que este tiene, mejorar las propiedades de la tierra y mejorar la calidad de los productos orgánicos que se cosechan.⁶²

3. Reducir el impacto ambiental

El impacto ambiental se disminuye grandemente debido a que se dejan de utilizar abonos inorgánicos o sintéticos para el proceso de fertilización de la tierra y el crecimiento de cultivos, disminuye el riesgo de envenenamiento a las personas que diariamente trabajan con abonos.

Un ejemplo que es de importancia citar, es en relación a a contaminación de aguas, suelos y alimentos tiene mucha relación con plaguicidas y con la persistencia de estos productos en el ambiente. Según Hilje en un estudio en costa rica, los daños pueden ser de varios tipos, por ejemplo, a anualmente mueren seis personas a causa de la aplicación de los mismos o por el exceso de plaguicidas que retienen los productos para consumo humano; también se ha observado la muerte de abejas en un campo recién asperjado y la extinción de peces o camarones en un río después de que se lavó allí el equipo de aplicación de plaguicidas (Hilje 1987)⁶³.

Cuando el grupo de trabajo realizo la caracterización de los desechos, se pudo establecer que un 62.7% de los desechos eran orgánicos, eso nos dio la conclusión que se reduce 0.8 toneladas los desechos sólidos del municipio diariamente.

⁶² Datos observados en tablas de propiedades del vermicompost vrs el abono tradicional.

⁶³ Hilje, L. (1987). *El uso de plaguicidas en Costa Rica*. EUNED, San José, Costa Rica.

4.3.4 Paso 4: Generación y selección de nuevas ideas

4.3.4.1 Estrategia de diseño en el ciclo de vida

La rueda de estrategias para el diseño en el ciclo de vida, en este caso permitirá visualizar cuales estrategias se pueden seguir en general, así como analizar como están los desechos orgánicos actualmente en el mercado municipal de Olocuilta con respecto a sus estrategias y en qué aspectos se tiene una alta oportunidad para aprovechar esos desechos.

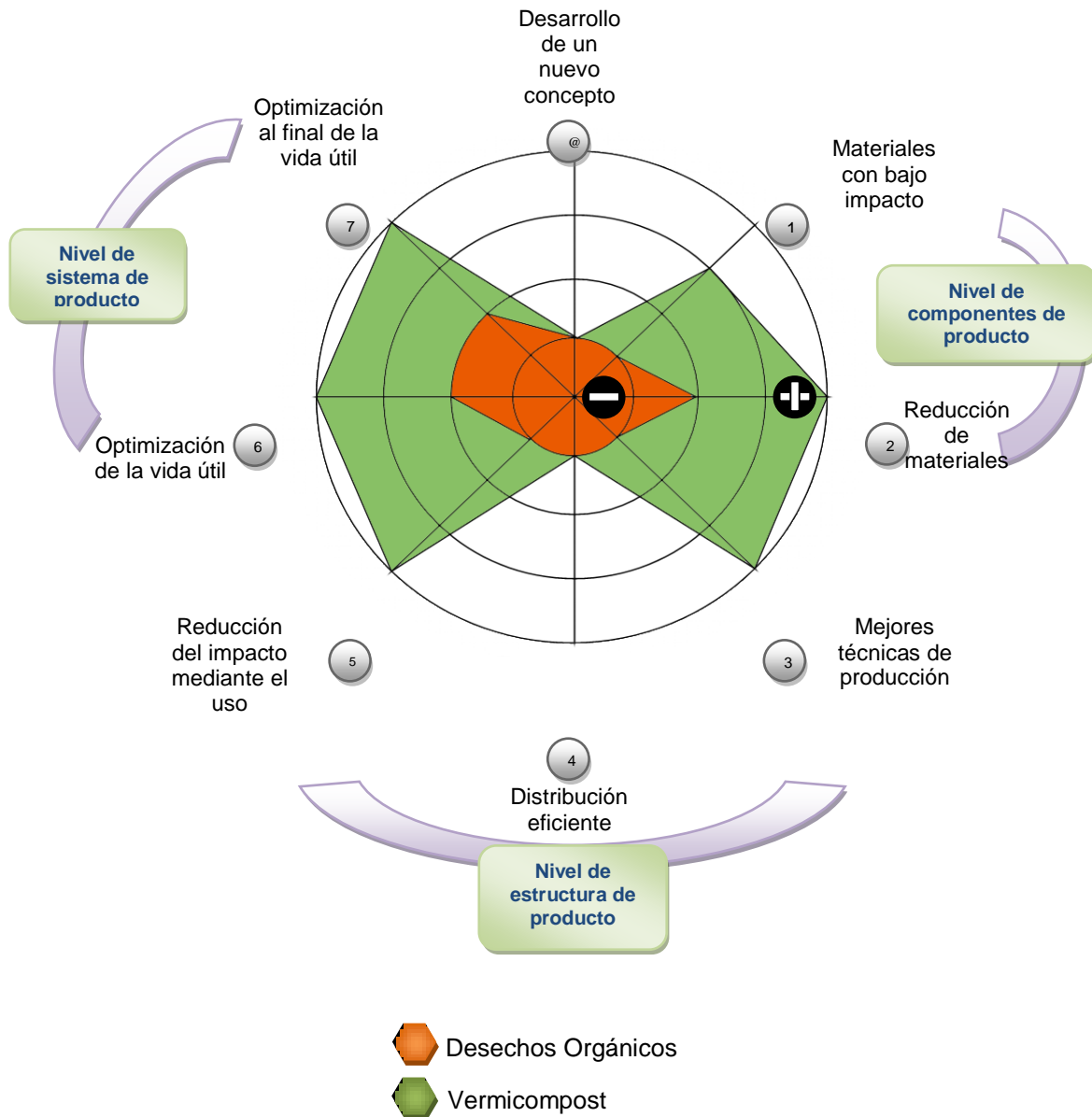


Figura No. 26: Rueda LIDS
Fuente: Elaboración propia según análisis del producto

En la figura anterior se muestra la rueda LIDS, en este se presenta la manera en la cual se comportan los desechos orgánicos con respecto al Vermicompost, el color rojo indica la forma en la que los desechos orgánicos se manejan dentro del mercado municipal de Olocuilta.

Al estar mezclados como desechos sólidos generan un alto impacto de contaminación y los materiales se acumulan y no existen métodos de reciclajes eficientes.

La distribución es eficiente debido a que existen lugares determinados para el depósito de basura. La vida útil de estos desechos se pierde rápidamente debido al desaprovechamiento de los elementos que están dentro de estos.

El color verde indica la mejora potencial de reducir el impacto ambiental a través de un aprovechamiento de los desechos orgánicos previamente seleccionados para incursionar en un evento de mejora llamado lombricultura, teniendo como resultado el Vermicompost que crea una eficiencia tal que los desechos del mercado municipal se reducirán, ya que se minimizarán los costos de envío a los vertederos municipales. Además de aminorar la contaminación que se tendría sobre el ambiente del mercado.

Se puede ver una imagen clara del nivel de ecodiseño que se ambiciona con el Vermicompost, ya que tienen los atributos necesarios para conservar el medio ambiente por ser un producto orgánico.

Gráficamente se ha desarrollado un nuevo concepto, se puede apreciar que los materiales para la fabricación del vermicompost no tienen ningún impacto sobre el ambiente y los desechos orgánicos se reducen en gran cantidad por medio de la técnica de la lombricultura. Si se utiliza el vermicompost en su campo de acción (siembra y fertilización de vegetales, plantas) no genera ningún impacto ambiental a comparación de los abonos sintéticos y la vida útil de los desechos orgánicos se incrementa, debido al provecho que se tiene al utilizarlos en el tratamiento de los desechos orgánicos.

4.3.5 Proceso secuencial para la obtención del vermicompost

Paso 1: Desechos Sólidos del mercado municipal de Olocuilta



*Fotografía No. 22: Desechos sólidos del mercado municipal de Olocuilta
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 2: Segregación de los desechos sólidos



*Fotografía No. 23: Segregación de los desechos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 3: Clasificación del desecho orgánico



*Fotografía No. 24: Clasificación de los desechos orgánicos
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 4: Elaboración del compostaje



*Fotografía No. 25: Elaboración del compostaje
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 5: Compostaje en cama experimental y lombrices rojas californianas



*Fotografía No. 26: Camas experimentales
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

Paso 6: Obtención del vermicompost



*Fotografía No. 27: Obtención del vermicompost
Fuente: tomadas por el grupo de trabajo*

CAPITULO V: PROPUESTA DE OBTENCION DEL VERMICOMPOST EN UNA ZONA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS ORGANICOS

5.1 Producto

- Vermicompost

5.1.1 Atributos del producto

Es un producto orgánico de textura granulosa, desmenuzable, húmeda, que no fermenta ni presenta olor.

Debido a sus características físicas, químicas y biológicas permite recuperar:

1. suelos agotados: ya sea por sobreexplotación o excesivo uso de agroquímicos
2. áreas verdes en las ciudades
3. suelos demasiado arenosos y de bosques degradados.

La incorporación del humus a estos suelos aumenta el nivel de macro y micro nutrientes y el de materia orgánica. Su composición incluye sustancias que permiten una mayor captación de agua, recuperando así el poder de absorción y posterior disponibilidad de agua para los vegetales.

El Vermicompost es importante en la regulación del nivel de acidez o alcalinidad (pH). Debido a su capacidad reguladora permite el mantenimiento del pH alrededor de 7 (neutro), condición esencial para que la mayoría de los nutrientes del suelo se encuentren fácilmente disponibles para los vegetales.

Con el uso del vermicompost se obtiene una producción frutícola, hortícola y florícola de alta calidad, contribuyendo al logro de productos denominados "orgánicos". Debido a sus cualidades estimula un vigoroso crecimiento y desarrollo de las plantas, al tornarlas así: Resistentes a plagas y enfermedades.

5.1.2 Insumos

5.1.2.1 Insumos requeridos

a) Materias primas:

Desechos orgánicos del mercado Municipal de Olocuilta

b) Personal:

El personal necesario para mantener la zona de obtención de Vermicompost es un (1) supervisor y dos (2) personas para las actividades de armado de camas y cosechas.

c) Lombrices Rojas californianas:

Lombriz roja o californiana (*Eisenia Foetida*). El núcleo de 5.000 lombrices (incluye adultos, juveniles y cocones) se compra a \$32.35 o mas dependiendo el lugar de compra. Con un núcleo se puede comenzar y conviene hacer un criadero paralelo para producir nuevos núcleos.

d) Maquinaria y Herramientas:

- Picadora para triturar los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta.
- 2 Carretillas para el transporte del compostaje a las camas y para extraer el vermicompost.
- 2 rastrillos de puntas largas y redondeadas para remover la materia orgánica que se utilice durante la etapa de compostaje llamada también fase térmica o de degradación.
- 2 horquillas de mango largo de 4 puntas redondeadas (para no lastimar a las lombrices) para suministrar la comida a las cunas.
- 2 horquillas tipo carbonera de 15 dientes para extraer las lombrices.
- 2 palas anchas.
- Manguera para riego de $\frac{3}{4}$ (25 mt.).

5.2 Tamaño del terreno para la zona de compostaje

Para la edificación de la zona de tratamiento de desechos orgánicos, la alcaldía cuenta con un terreno de una manzana de extensión, misma área que puede ser utilizada de la manera en la cual la alcaldía estime.

5.2.1 la maquinaria / equipo.

La zona contara con el equipo y maquinaria adecuada para alcanzar el nivel de producción en el tiempo establecido.

a) Medidor de PH y temperatura

Peachimetro digital

Memoria de 15 puntos

Barras graficas

Compensación de temperatura Automática

Medición simultánea de PH y Temperatura

Retención de Lectura

Auto apagado

Indicación de batería baja

Resistente al agua (IP67) y protección de ambientes húmedo.



*Fotografía No. 28: Medidor de PH y temperatura
Fuente: Tomada por el grupo de trabajo*

b) Picadora

La picadora es la herramienta que se utilizara para triturar aquellos desechos orgánicos que son originados en el mercado municipal de Olocuilta. El objetivo primordial de este es el de proveer la calidad del alimento que se tendrá para las lombrices de forma tal que las mismas tengan facilidad para digerirlas, esto incrementara el proceso de trituración que estas poseen, y por lo tanto las lombrices tendrán la facilidad de alimentarse de manera mas rápida.

En la siguiente tabla se describen las herramientas que se utilizaran para la fabricación del vermicompost.

*Tabla No. 21: herramientas
Fuente: Elaboración propia*

| Descripción de herramientas |
|------------------------------------|
| Carretilla Imacasa 4.0Ft |
| Rastrillo 12 dientes Imacasa |
| Mangueras Plasticas de 7/16"x100´ |
| Pala M/C punta redonda |
| Azadon Imacasa 2lb |
| Mango de madera p/azadon 34mmx48" |
| Guante de Cuero manga corta |
| Carretilla p/Bulto 250lb |
| Bascula Mod.P-50A 1000Lbs |
| Tela Zaranda Galvanizada bwg27 8x8 |
| Piocha 5lbs Imacasa C/Mango |
| Bota de Hule Huracan |
| Plástico |
| Escritorio secretarial |
| Silla secretarial |
| Picadora de 1/2 HP |
| Línea Telefónica |
| Calculadora |

5.2.2 la organización.

El personal con el que contará la zona de tratamiento de desechos orgánicos es suficiente para cubrir la producción de un mes con un solo turno de trabajo el cual durara las 44 horas que legalmente están establecidas en el Código de Trabajo.

En la tabla No.22 se muestra el personal necesario que se necesita dentro de la zona de tratamiento de desechos orgánicos.

| Personal | Número de personas |
|-----------------|---------------------------|
| Encargado | 1 |
| Obrero | 2 |
| Vigilante | 1 |

*Tabla No. 22: Recurso humano para la producción de vermicompost
Fuente: Elaboración propia*

5.2.3 Capacidad de producción de la zona de compostaje

El tamaño de la zona permite que se pueda producir una suma de 3000 kilogramos mensualmente (Ver anexo 6) debido a la cantidad de desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta, estos son los suficientemente óptimos para poder ser utilizados dentro del proceso de fabricación del vermicompost.

Para iniciar funciones se tiene que tomar en cuenta un estimado del número de lombrices promedio que se necesitarían para procesar los desechos orgánicos del mercado municipal de Olocuilta.

Como dato se establece que del 100% de desecho orgánico que la lombriz roja californiana injiere, el 60% de estos desechos orgánicos lo vuelve vermicompost.

Según la caracterización elaborada por el grupo de trabajo, el 62.7% de los desechos sólidos son orgánicos. (CAP. 3)

Si se analiza desde el punto de vista de los desechos orgánicos en relación al abono que pueda generar la lombriz se tiene el siguiente dato:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ kg de desecho organico} \text{ --- } 6 \text{ kg de vermicompost} \\ 780 \text{ kg de desecho organico} \text{ --- } x \end{array}$$
$$\frac{780 \text{ kg de desecho} \times 6 \text{ kg de abono}}{10 \text{ kg de desecho organico}} = 468 \text{ kg de vermicompost}$$

Si este vermicompost que se ha generado por las lombrices según el desecho se puede calcular el número de lombrices:

$$\begin{array}{l} 10,000 \text{ lombrices} \text{ --- } 6 \text{ kg de vermicompost} \\ x \text{ --- } 468 \text{ kg de vermicompost} \end{array}$$
$$\frac{10,000 \text{ lombrices} \times 468 \text{ kg de abono}}{6 \text{ kg de vermicompost}} = 780,000 \text{ lombrices}$$

Según la capacidad esta zona para tratar los desechos orgánicos por medio de la lombricultura creada por el grupo de trabajo, se pueden manejar alrededor de 184 kg de desechos orgánicos diariamente, obteniendo una producción diaria de vermicompost de 115 kg. Esto indica que según el ritmo de producción diaria que se tendrá dentro de la zona se obtendrán 3000 kg de vermicompost al mes, esto a partir del 6 mes de haber iniciado operaciones.

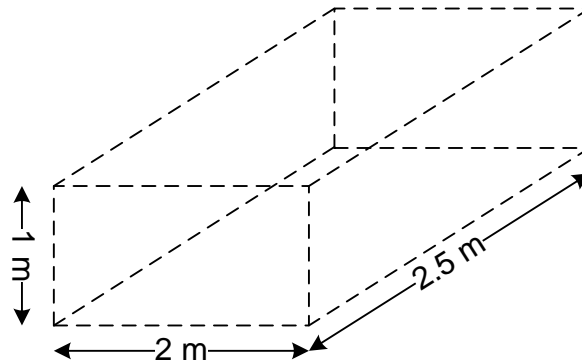
El restante de los desechos que no se puedan utilizar se mantienen constantemente en proceso de compostaje esperando el crecimiento de la población de las lombrices, esto es cada tres meses, y así ira creciendo la capacidad que dicha zona tiene.

En el presente documento se ha analizado que la capacidad de la zona incrementara su producción según el crecimiento poblacional de las lombrices y la generación de los desechos del mercado. Se toma en cuenta que para la producción del primer mes, es la acumulación de seis meses, debido a los tres meses de compostaje común, y los tres meses de compostaje con las lombrices.

Las camas de producción de vermicompost se ubicaron en la mayor parte de la zona para el tratamiento de desechos sólidos orgánicos, debido a que es un proceso de producción que ira en expansión y tiene la capacidad para más de 30 camas de producción, esto a lo largo de aproximadamente 2 años, cada cama establecida dentro de la zona de tratamiento de desechos orgánicos tendrá un fecha específica de inicio y otra fecha al final.

Es de importancia mencionar que la inversión de las lombrices rojas californianas solamente se hará una vez, debido a que es un insumo importante, y tomando en cuenta el factor reproducción de las lombrices, que triplican su población cada tres meses.

En la siguiente figura se muestra el tamaño y volumen de una cama para tratar el compostaje con lombrices rojas californianas para generar vermicompost



*Figura No. 27: Volumen de la cama de vermicompost
Fuente: Elaboración propia*

Se considera que el volumen que tienen que formar los desechos en conjunto con el compostaje y las lombrices es de 5 m^3 , para lograr una producción promedio de 3000 kg por mes, cantidad que se estimó para comenzar las actividades y al tamaño que se apreció por las dimensiones que tiene el terreno que se utilizara para la zona de tratamiento.

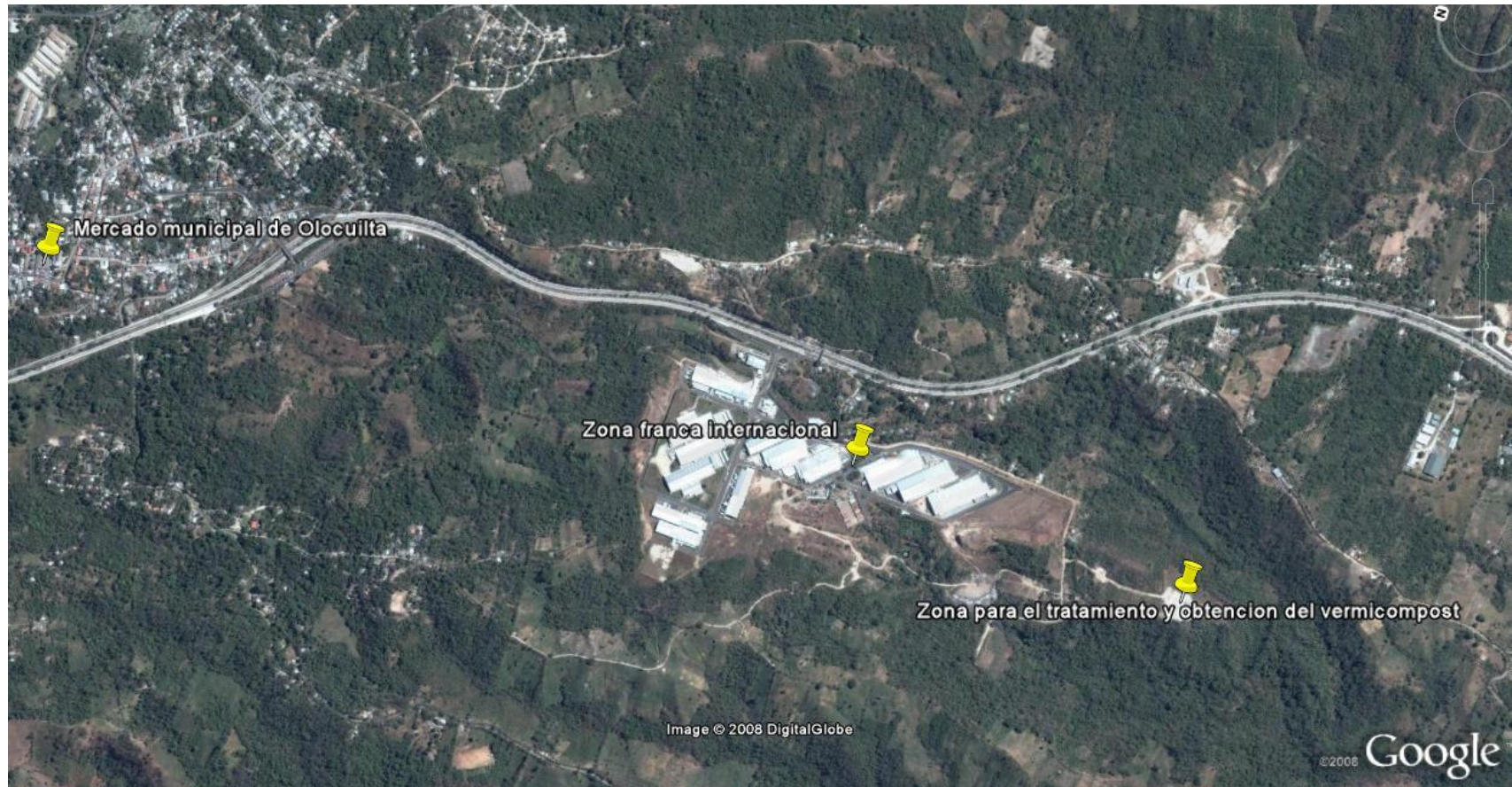
Luego de tres meses, la cama genera un total de 3 toneladas de vermicompost al mes, en otras palabras, se estará generando 115 kg de vermicompost diario.

Cuando haya pasado un mes, ya existirá otra población extra de lombrices, las cuales serán utilizadas para la siguiente cama, que se compostará en 3 meses.

5.3 Localización del terreno para la zona de elaboración del vermicompost

Para la localización del terreno que se utilizara para el tratamiento, se analizo como punto estratégico el establecimiento en el municipio de Olocuilta, cantón cupinco, sector la laguneta, que se encuentra a 3.2 km al sur del municipio, 1000 metros al sur de la zona franca internacional.

Resultado imprescindible para definir el factor localización la disponibilidad de un lugar para la edificación de una zona para la elaboración del vermicompost. Dicha propuesta de ubicación del terreno fue determinada junto con la unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía de Olocuilta y un concejal de la referida institución.



*Fotografía No. 29: Terreno para zona para el tratamiento de desechos orgánicos
Fuente: Google earth*



*Fotografía No. 30: Terreno para zona para el tratamiento de desechos orgánicos
Fuente: Google earth*

5.3.1 Condicionantes a tomar en cuenta dentro del proceso de fabricación de vermicompost

1. **Identificación del terreno a utilizar.**
2. **Limpiar y nivelar el terreno**, el terreno se limpia de piedras, malezas o rastrojo, para poder nivelarlo con una pequeña pendiente de entre 3 y 5%, la cual permitirá la captación de líquido y evitar encharcamientos en las camas.
3. **Preparación de las camas**, que son las áreas destinadas y acondicionadas para la reproducción de la lombriz y la producción de abono 1/2 hectárea. Para el proyecto utilizaremos camas de 2 m. de ancho por 2.5 m de largo. Para evitar perdidas de lombriz y manejo de lixiviados se procederá a poner un plástico sobre y debajo del compost. Se prepararán un número de camas nuevas igual al número de camas que se tengan, multiplicado por 3, así por ejemplo, si se tienen 10 camas, deben prepararse 30 nuevas camas con por lo menos 30 días de anticipación a la inoculación de la lombriz.
4. **Sistema de riego**, se cuenta con mangueras facilitar el riego de los nichos que contienen los desechos orgánicos con la lombriz.
5. **Preparación del alimento**, es importante establecer un área para la preparación del alimento (1/4 hectárea), en el cual se controlará la humedad, para lo cual hay que empapar el alimento a saturación y cuando se vaya a proporcionar a las lombrices asegurarse que tenga entre 65% y 75% de humedad; el pH que esté entre 6.5 y 7.5, en caso de que se encuentre con mayor acidez, adicionar carbonato de calcio y cuidar que la temperatura tenga entre 14 y 27°C. La cama inicial se realizara de desechos orgánicos. Es importante que el alimento se composte durante 30 días antes de darlo a las lombrices.

6. **Riego del alimento**, Es importante realizar 2 riegos de lavado antes de alimentar a las lombrices, estos con la finalidad de retirar el exceso de ácido úrico y si se adiciona carbonato de calcio para que se homogenice el pH en la composta es mejor. Para poder introducir la lombriz al lecho o cama, es necesario que éste tenga alrededor del 75% de humedad y dar los riegos necesarios para mantener siempre este grado de humedad.
7. **Inoculación o siembra de lombrices**, Se realizará con por lo menos 780 Kg. de lombriz por metro cuadrado, es decir unas 780, 000 lombrices.
8. **Alimentación de las lombrices**. La alimentación se realizará con la composta, proporcionado por los desechos orgánicos que ingresarán a las instalaciones.
9. **Cosecha**, Ésta se realizará a los 3 meses de haber iniciado la explotación y se iniciará con la separación de la lombriz de la cama a cosechar de manera que solo quede el vermicompost; la separación de la lombriz se hará mediante el uso de arpillas llenas de alimento fresco, las cuales se dejarán por 3 días sobre la cama en cuestión y una vez llena de lombriz, se procederá a inocular las nuevas camas. Ya sin lombriz, se recogerá la vermicompost y será llevada a la bodega.
10. **Almacenamiento y comercialización**, el vermicompost se empacará en las diferentes presentaciones con las que se dispondrán y se almacenará en una bodega húmeda. El vermicompost se cosechará y almacenará con una humedad del 40%, la cual es necesaria para mantener vivos los microorganismos.
11. **Control de la Acidez**, Antes de incorporar los desechos orgánicos a los lechos en forma de sustrato como alimento, es necesario comprobar su acidez. El alimento de las lombrices deberá tener un PH entre 6.5 y 7.3. Para comprobar el nivel de acidez se contará con un Phimetro portátil.

12. **Control de la humedad,** Las lombrices no tienen dientes, por tanto no pueden comer el alimento seco. La humedad óptima del sustrato o alimento va del 70 al 60%. Este grado de humedad se comprueba al comprimir un apuñado de desechos orgánicos en la mano y comprobar que está totalmente húmedo, no suelta agua; ya que una humedad superior al 85% resulta perjudicial. En caso de necesitar humedad o de que el nivel de acidez se encuentra bajo se procederá a remojar el lecho.

13. **Control de la temperatura,** Se sitúa alrededor de los 20 °C. Cuando esta desciende por debajo de los 14 °C, se debe aumentar la capa de alimento aportado en la superficie de los lechos con el fin de aislarlos de las temperaturas exteriores. Para obtener un control más exacto se hará uso de los termómetros ya que el calor excesivo es perjudicial para la lombriz.

5.4 Planeación de áreas dentro de la zona dedicada al tratamiento de desechos orgánicos originados en el Mercado Municipal de Olocuilta, Departamento de la paz.

Para una mejor planeación de las áreas del terreno dedicado al tratamiento de los desechos orgánicos, se utilizan los siguientes métodos gráficos:

a) Carta de Actividades Relacionadas

La carta de actividades relacionadas es una matriz o cuadro organizado en diagonal, en que aparecen las relaciones entre cada actividad con las demás actividades, estableciendo la cercanía o lejanía entre ellas. (Ver carta de actividades relacionadas en la página 141)

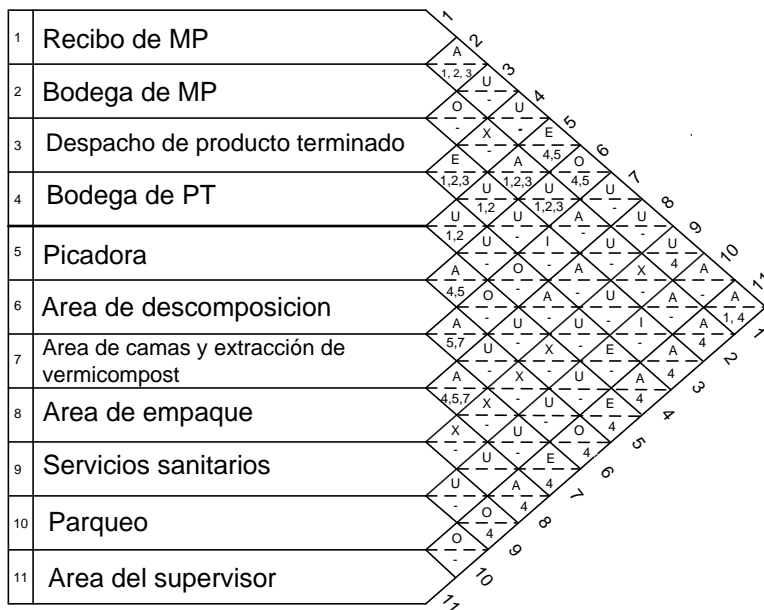
b) Hoja del diagrama de actividades relacionadas.

Es una hoja que contiene un resumen de la relación de cada actividad obtenida de la carta de actividades y es una referencia para el diagrama de bloques. (Ver hoja del diagrama de actividades relacionadas en la página 142)

c) Diagrama de bloques

El módulo de bloque es un tamaño escogido arbitrariamente, que representa a cada actividad sin dimensionar cada actividad. En tanto el diagrama de bloques es una hoja que contiene a todas las actividades de la zona dedicada al tratamiento de los desechos orgánicos. (Ver diagrama de bloques en la página 143)

El diagrama de bloques ideal es el que representara la cercanía de las actividades. (Ver diagrama de bloques ideal en Página 144)



| Código | Grado cercanía |
|--------|--------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante |
| O | Normalmente necesaria |
| U | Sin importancia |
| X | Indeseable |

| | Razones |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Uso del mismo equipo e instalaciones |
| 2 | Uso común de registros |
| 3 | Comparten el mismo personal |
| 4 | Comparten el mismo espacio |
| 5 | Grado de contacto del personal |
| 6 | Grado de contacto de papeleo |
| 7 | Secuencia de flujo de trabajo |
| 8 | Desarrollo de trabajos similares |
| 9 | Factores medioambientales |
| 10 | Interrupciones del personal |
| 11 | Urgencia de contacto |
| 12 | Probabilidad de accidente |



Carta de actividades relacionadas

Preparado por: Henry Roque
Oscar Villatoro

Trabajo de graduación

Julio / 2008

| | Actividad | A | E | I | O | U | X |
|----|--|-----------|----|-------|----|---|------|
| 1 | Recibo de MP | 2, 10, 11 | 5 | - | 6 | - | 5 |
| 2 | Bodega de MP | 5, 7, 10 | - | - | 3 | - | 4, 9 |
| 3 | Despacho de producto terminado | 8, 11 | 4 | 7, 10 | - | - | - |
| 4 | Bodega de producto terminado | 8, 11 | 10 | - | 7 | - | - |
| 5 | Picadora | 6 | 11 | - | 7 | - | 9 |
| 6 | Area de descomposición | 7 | - | - | 11 | - | 9 |
| 7 | Area de camas y extracción de Vermicompost | 8 | 11 | - | - | - | 9 |
| 8 | Area de empaque | 11 | - | - | - | - | 9 |
| 9 | Servicios sanitarios | - | - | - | - | - | 11 |
| 10 | Parqueo | - | - | - | - | - | 11 |
| 11 | Area del supervisor | - | - | - | - | - | - |



Hoja del diagrama de actividades relacionadas

Preparado por: Henry Roque
Oscar Villatoro

Trabajo de graduación

Julio / 2008

- 1 Recibo de MP
- 2 Bodega de MP
- 3 Despacho de producto terminado
- 4 Bodega de PT
- 5 Picadora
- 6 Area de descomposicion
- 7 Area de camas y extracción de vermicompost
- 8 Area de empaque
- 9 Servicios sanitarios
- 10 Parqueo
- 11 Area del supervisor

| | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| $A_{2,10,11}$ 1 X_5 I O_6 | $A_{5,7,10}$ 2 $X_{4,9}$ I O_3 | $A_{8,11}$ 3 X $I_{7,10}$ O | $A_{8,11}$ 4 X I O_7 | A_6 5 X_9 I O_7 |
| A_7 6 X_9 I O_{11} | A_8 7 X_9 I O | A_{11} 8 X_9 I O | A 9 X I O_{11} | A 10 X I O_{11} |
| A 11 X I O | | | | |



Diagrama de bloques

Preparado por: Henry Roque
Oscar Villatoro

Trabajo de graduación

Julio / 2008

- 1 Recibo de MP
- 2 Bodega de MP
- 3 Despacho de producto terminado
- 4 Bodega de PT
- 5 Picadora
- 6 Area de descomposicion
- 7 Area de camas y extracción de vermicompost
- 8 Area de empaque
- 9 Servicios sanitarios
- 10 Parqueo
- 11 Area del supervisor

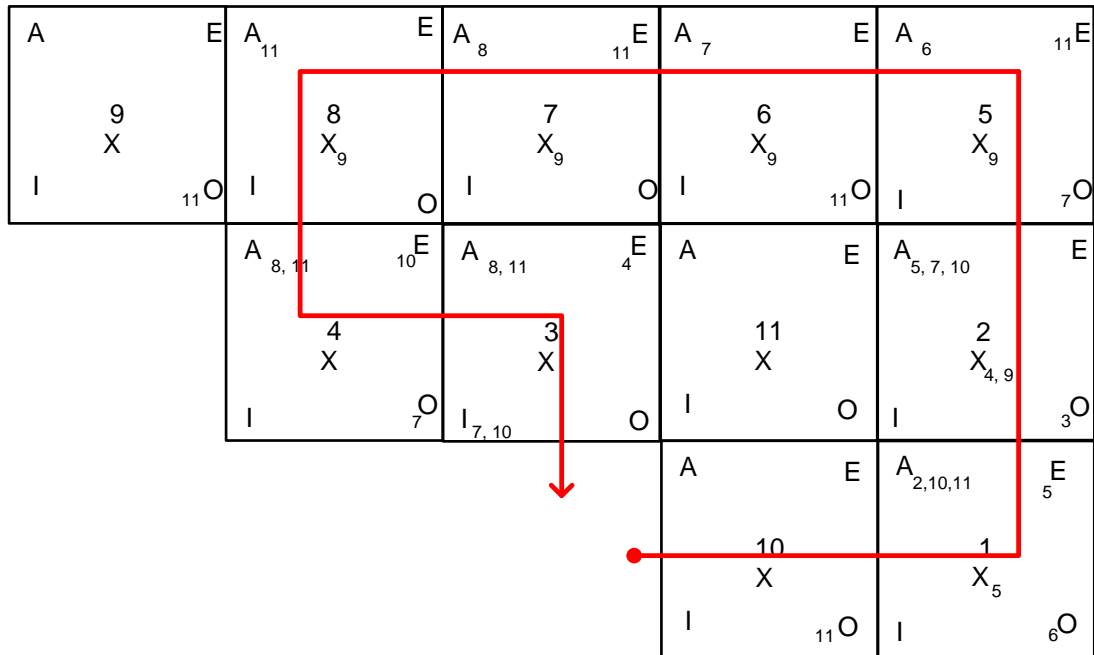


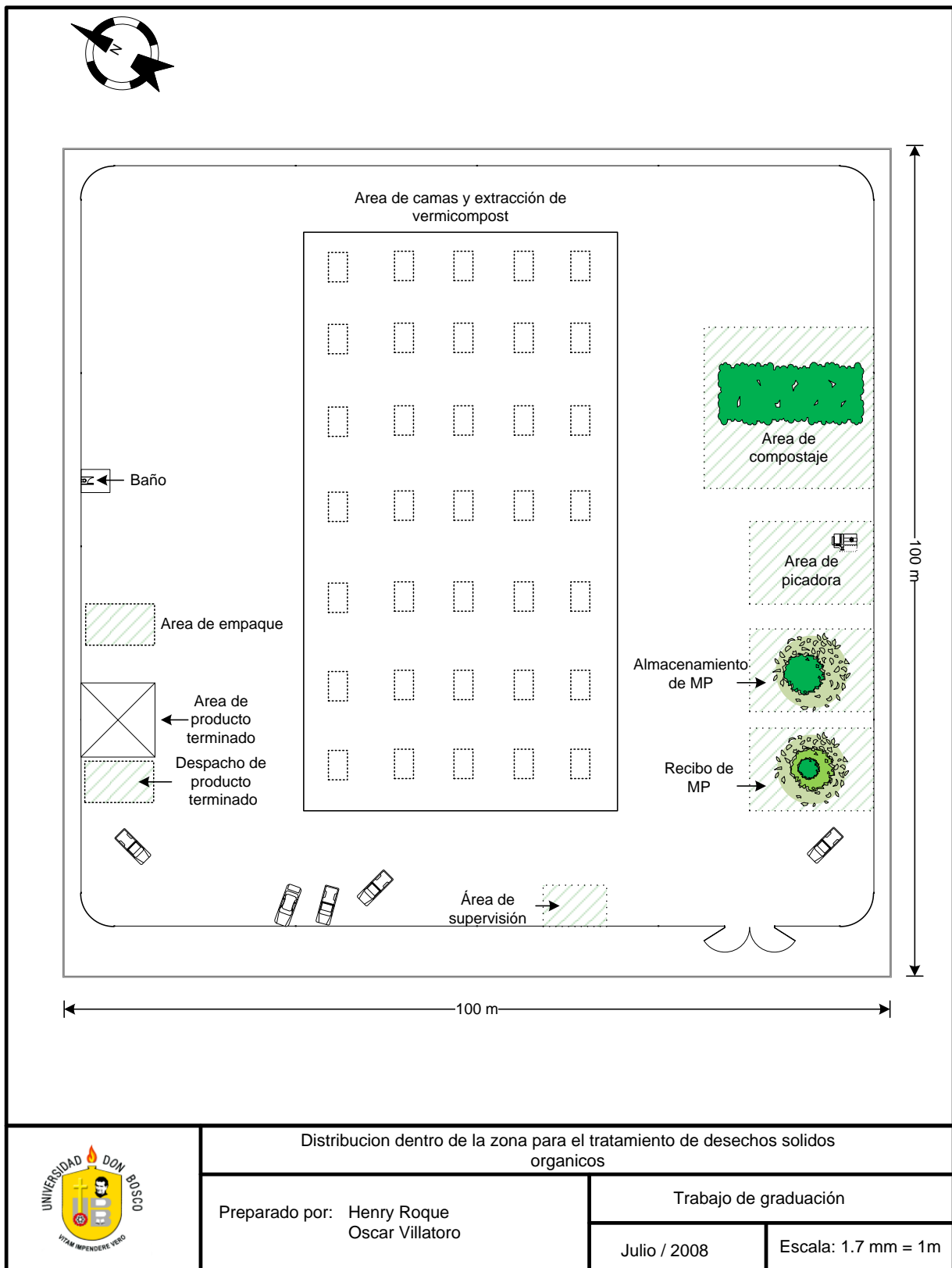
Diagrama de bloques ideal

| | |
|---|-----------------------|
| Preparado por: Henry Roque Oscar Villatoro | Trabajo de graduación |
| | Julio / 2008 |

5.4.1 Especificaciones de áreas para el terreno de tratamiento de desechos orgánicos

1. **Recibo de MP (Área de recepción de materia prima);** Se ocupará tanto para la recepción de los insumos como para la carga de producto terminado.
2. **Bodega de MP (Área de almacén del material orgánico);** Se destinará solo para el acomodo del material orgánico recibido. En esta área se dejara en descomposición para después colocarse en las parcelas sobre cada nicho asignado.
3. **Despacho de producto terminado;** Está área esta destinada a el despacho final del vermicompost
4. **Bodega de PT;** Área destinada al almacenaje del vermicompost empacado.
5. **Picadora;** Área asignada a la trituración de los desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de Olocuilta.
6. **Área de descomposición;** Es el área del compostaje previo, en el cual los desechos orgánicos estarán desarrollando propiedades para la buena alimentación de las lombrices rojas californianas.
7. **Área de camas y extracción del vermicompost;** Es aquella que estará dedicada a la producción del vermicompost.
8. **Área de empaque;** Está destinada al empaque del vermicompost producido.
9. **Servicios sanitarios;** Esta área puede ser utilizada por todos los empleados, se distribuirán en sanitarios para baños de mujeres y para los hombres.
10. **Parqueo;** Es un espacio destinado para los automóviles del personal de la empresa, además de tener un espacio reservado para visitantes y clientes, el parqueo tendrá capacidad para 3 automóviles de clase liviana.
11. **Área del supervisor;** Es el área céntrica en el cual esta el encargado de el proceso de recibo de materia prima, el buen desarrollo de los proceso, empaque de el vermicompost, almacenaje y despacho del vermicompost.

5.4.2 Terreno para el tratamiento de desechos sólidos orgánicos



| | | |
|--|--|---------------------|
| | Distribucion dentro de la zona para el tratamiento de desechos solidos organicos | |
| | Preparado por: Henry Roque Oscar Villatoro | |
| | Trabajo de graduación | Escala: 1.7 mm = 1m |
| | Julio / 2008 | |

5.4.3 Proceso de fabricación del vermicompost

Paso 1 Se recibirá la materia orgánica proveniente del mercado municipal de Olocuilta en la zona de compostaje, el supervisor verifica en su bitácora la hora en la cual el camión llegó a dejar materia prima para ser tratada en la zona de tratamiento de desechos orgánicos.

Paso 2 Una vez recibido el material se procede a realizar la separación (pepenado) del material, es decir minimizar que dentro de la materia prima existan productos que puedan resultar dañinos para las lombrices o que no sean biodegradables, este paso lo pueden realizar todo el personal que se encuentra dentro de la zona para agilizar el proceso.

Paso 3 Realizado el paso 2 se procede a transportar el material al área de almacenamiento de materia prima.

Paso 4 En este paso se vuelve hacer una inspección visual del producto, para descartar materiales indeseados.

Paso 5 Se transporta el material al área de triturado

Paso 6 Se tritura el material para disminuir la densidad del producto y para que este sea más fácil de poder ser digerido por las lombrices.

Paso 7 Se transporta el producto triturado al área de descomposición que es el área de compostaje.

Paso 8 Se procede a realizar la descomposición de la materia orgánica mediante el compostaje, aquí es necesario esperar aproximadamente 3 meses para que el producto compostado esté listo, es necesario revisar los niveles de acidez constantemente para verificar si la acidez es la idónea para poder alimentar a las lombrices, al mismo tiempo se recomienda airear el compostaje para que tenga un buen proceso de fermentación, estos pasos se especifican en el capítulo 3 de este trabajo.

Paso 9 Transportar el producto compostado al área de camas de producción

Paso 10 Colocar tierra negra en las camas de producción y medir su altura.

Paso 11 Colocar lombrices en camas de producción.

Paso 12 Colocar la materia prima (compost) en las camas de producción, en este caso las lombrices subirán a comer el producto que se tiene en las camas e iniciara el proceso de fabricación del Vermicompost.

Paso 13 Se procede a verificar el nivel que se tiene en las camas de producción y luego se mide el nivel de acides que tienen las camas de producción.

Paso 14 Si las camas de producción se encuentran resacas es necesario remojarlas para mantener un nivel de humedad optimo, esto con el simple hecho de evitar la muerte de las lombrices así como también evitar que sus depredadores se acerquen a las camas de producción, la humedad evita que se acerquen a las camas de producción.

Paso 15 Se necesita verificar si el producto está apto para su recolección.

Paso 16 Extracción del Vermicompost y traslado de lombrices para nuevas camas de producción, en este caso se tienen que tomar en cuenta los siguientes pasos para poder realizar nuevas cosechas de lombrices y producción de Vermicompost, la separación de la lombriz del Vermicompost se lo hace realizando los siguientes pasos:

a. Preparar nuevos lechos, antes de la cosecha del vermicompost.

Separar las lombrices del humus de la siguiente manera:

b. Abrir un canal en el centro del lecho.

c. Colocar nuevo alimento.

d. Las lombrices van a buscar el nuevo alimento.

e. Retirar después de 3 o 4 días, el nuevo alimento del centro del lecho con las lombrices incluidas.

f. El Vermicompost se extrae y se procede a tamizarlo para evitar tener lombrices en el Vermicompost.

Paso 17 se traslada el Vermicompost al área de empaque

Paso 18 se empaca el producto y se procede a enviarlo al área de almacenaje de producto terminado.

Paso 19 luego de haber realizado el empaquetado del Vermicompost se procede a almacenar en la bodega de producto terminado para su uso final.






5.4.3.1 Diagrama de procesos

Un diagrama de proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de un proceso; las inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Propósitos y usos de los Diagramas:

- Verificar el flujo del material en relación a su uso de fabricación.
- Identificar las posibles demoras y transportes.

En la tabla No.23 se muestra la simbología utilizada para el análisis de los procesos.

| Símbolo | Significado |
|---|--|
| Operación  | Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común , la pieza materia o producto del caso se modifica durante la operación |
| Espera  | Indica demora en el desarrollo de los hechos: Por ejemplo trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite |
| Almacenamiento  | Indica desposito de un objeto baja vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia |
| Inspección  | Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas |
| Transporte  | Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro |

*Tabla No. 23: Simbología utilizada para los análisis de procesos
Fuente: Elaboración propia*

El grupo de trabajo utilizó los siguientes diagramas para analizar el proceso de obtención de vermicompost:

- Cursograma analítico del proceso (Ver página 151)
- Carta de flujo del proceso (Ver página 152)
- Diagrama de recorrido del proceso (Ver página 153)

CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO PARA LA ELABORACION DEL VERMICOMPOST

Producto: Vermicompost
 Alcaldía Municipal de Olocuilta
 Departamento: Producción
 Analistas: Henry Roque
 Oscar Villatoro

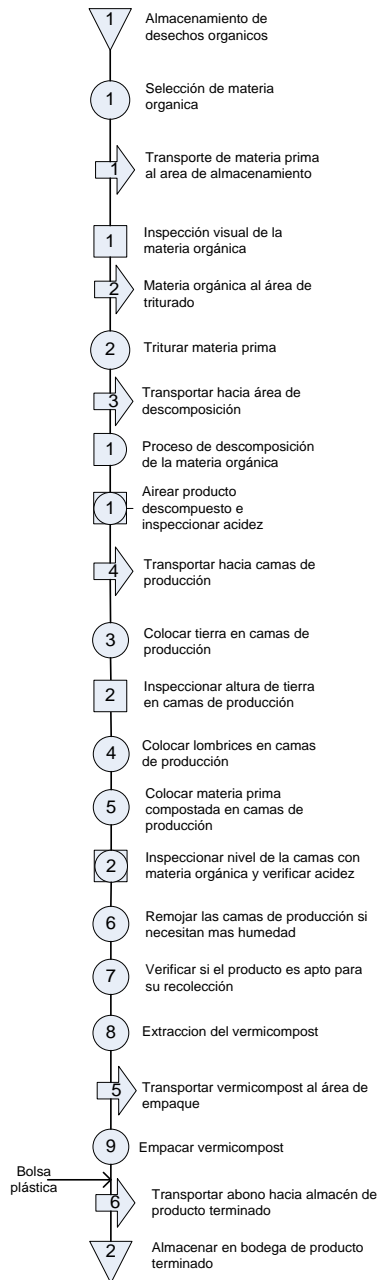
Objeto del diagrama: Producción
 Hoja: 1
 Fecha: Julio 2008



Diagrama: Actual Propuesto

Diagrama #: 1

| RESUMEN | Operación | Inspección | Op/Ins | Transporte | Demora | Almacenamiento | |
|----------------|-----------|------------|--------|------------|--------|----------------|--|
| Cantidad total | 9 | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | |



CARTA DE FLUJO DEL PROCESO PARA LA ELABORACION DEL VERMICOMPOST

Producto: Vermicompost
 Alcaldía Municipal de Olocuilta
 Departamento: Producción
 Analistas: Henry Roque
 Oscar Villatoro

Objeto del diagrama: Producción
 Hoja: 1
 Fecha: Julio 2008



Diagrama: Actual Propuesto
 Diagrama #: 1

| RESUMEN | Operación | Inspección | Op/Ins | Transporte | Demora | Almacenamiento | |
|----------------|--|------------|--------|--------------------|--------|----------------|---------------|
| Cantidad total | 9 | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | |
| # Act. | EVENTO | | | SIMBOLO DEL EVENTO | | | OBSERVACIONES |
| 1 | Almacenamiento de desechos organicos | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 2 | Selección de materia organica | | | ● | □ | ◻ | → |
| 3 | Transporte de materia prima al area de almacenamiento | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 4 | Inspección visual de la materia orgánica | | | ○ | ■ | ◻ | → |
| 5 | Materia orgánica al área de triturado | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 6 | Triturar materia prima | | | ● | □ | ◻ | → |
| 7 | Transportar hacia área de descomposición | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 8 | Proceso de descomposición de la materia orgánica | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 9 | Aírear producto descompuesto e inspeccionar acidez | | | ○ | □ | ■ | → |
| 10 | Transportar hacia camas de producción | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 11 | Colocar tierra en camas de producción | | | ● | □ | ◻ | → |
| 12 | Inspeccionar altura de tierra en camas de producción | | | ○ | ■ | ◻ | → |
| 13 | Colocar lombrices en camas de producción | | | ● | □ | ◻ | → |
| 14 | Colocar materia prima compostada en camas de producción | | | ● | □ | ◻ | → |
| 15 | Inspeccionar nivel de la camas con materia orgánica y verificar acidez | | | ○ | □ | ■ | → |
| 16 | Remojar las camas de producción si necesitan mas humedad | | | ● | □ | ◻ | → |
| 17 | Verificar si el producto es apto para su recolección | | | ● | □ | ◻ | → |
| 18 | Extracción del vermicompost | | | ● | □ | ◻ | → |
| 19 | Transportar vermicompost al área de empaque | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 20 | Empacar vermicompost | | | ● | □ | ◻ | → |
| 21 | Transportar abono hacia almacén de producto terminado | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 22 | Almacenar en bodega de producto terminado | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 23 | | | | ○ | □ | ◻ | → |
| 24 | | | | ○ | □ | ◻ | → |

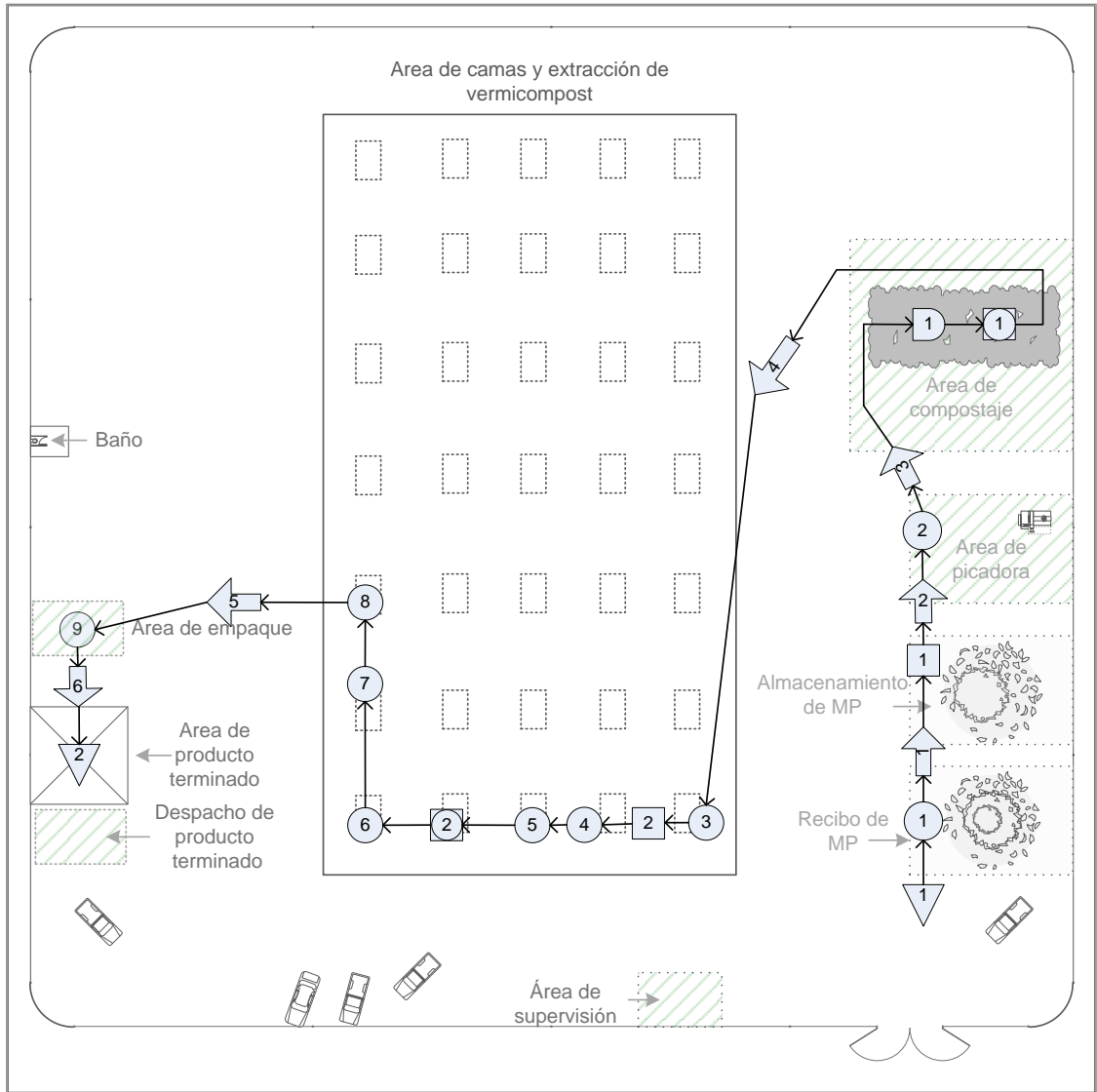


Diagrama de recorrido del proceso

Preparado por: Henry Roque
Oscar Villatoro

Trabajo de graduación

Julio / 2008

Escala: 1.7 mm = 1m

5.5 Costos, inversiones, utilidades y PSRI (Periodo simple de recuperación de la inversión)

El costo de construcción depende en su gran mayoría por mano de obra y materiales necesarios.

Costos de operación (ver anexo 9)

Los costos de operación estarán conformados por:

1. Materia prima
2. Costos indirectos
3. Costos de mano de obra directa
4. Costos administrativos
5. Costos de transporte
6. Costos de inversión
7. Costos de infraestructura

1. Materias primas:

Son los materiales o insumos que forman parte del producto terminado, para nuestro producto se requieren de una variedad de materias primas como material orgánico y lombrices rojas californianas.

Tabla: Requerimientos de materia prima para vermicompost

| Costos de materia prima para el vermicompost | | | | |
|--|--|-------------------------------|-------------|-------------------|
| Materia prima | | Requerimiento por unidad (Kg) | Precio (kg) | Total |
| Lombriz Roja Californiana | | 780 | \$6.47 | \$5,046.60 |
| Desechos orgánicos provenientes del mercado municipal de olocuilta | | Sin costo | | |
| Total | | | | \$5,046.60 |

Tabla No. 24: Costos de materia prima
Fuente: Elaboración propia

2. **Costos Indirectos:** Forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, para nuestro caso intervienen factores tales como el empaque del producto que no se hará en la empresa; tomando en cuenta las diferentes presentaciones de las bolsas.

Los costos indirectos se presentan en la siguiente tabla:

| Costos Indirectos Vermicompost | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Tamaño de bolsa | Especificaciones | Precio (fardo) |
| Bolsa de 1lb | Bolsa Thermoplast transparente 5X8 | \$55.00 |
| Bolsa de 5lb | Bolsa Thermoplast transparente 10X10 | \$75.00 |
| Total | | \$130.00 |

Tabla No. 25: Costos indirectos

Fuente: Elaboración propia

3. **Mano de obra directa:** Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado, la empresa cuenta con 2 operarios que son los encargados del proceso de elaboración del producto, es decir que es la mano de obra directa, a los cuales se les pagará \$175 mensuales a cada uno y un supervisor de producción que se le pagara \$275.

| Costos de mano de obra | | | |
|--|--------------------|---------------|-----------------|
| Cargo | # Empleados | Sueldo | Total |
| Encargado de la zona de tratamiento | 1 | \$275.00 | \$275.00 |
| Operarios | 2 | \$175.00 | \$350.00 |
| Total | | | \$625.00 |

Tabla No. 26: Costos de mano de obra

Fuente: Elaboración propia

4. **Costos Administrativos:** son todos aquellos costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa, dentro de los que se pueden mencionar :los sueldos del personal administrativo, así como los gastos de oficina en general, tales como papelería, teléfono, impuesto de alcaldía, agua, energía eléctrica.

El sueldo del personal administrativo se muestra a en la tabla:

| Sueldo personal de la zona de tratamiento | | | |
|--|--------------------|---------------|-----------------|
| Cargo | # Empleados | Sueldo | Total |
| Encargado de la zona de tratamiento | 1 | \$275.00 | \$275.00 |
| Operarios | 2 | \$175.00 | \$350.00 |
| Vigilantes turnos rotativos | 1 | \$200.00 | \$200.00 |
| Total sueldos | | | \$825.00 |

*Tabla No. 27: sueldo de personal de la zona de tratamiento de desechos organicos
Fuente: Elaboración propia*

| Costo de Administración | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Concepto | Valor \$/ mensuales |
| Sueldos Personal de la zona | \$825.00 |
| Papelería y útiles de oficina | \$100.00 |
| Agua | \$20.00 |
| Energía Eléctrica | \$70.00 |
| Telefono | \$15.00 |
| Impuestos alcaldía | \$18.65 |
| Total de costos | \$1,048.65 |

*Tabla No. 28: Costos administrativos
Fuente: Elaboración propia*

5. **Costos de transporte:** dentro de estos costos van implícitos los costos del mantenimiento del vehículo, del combustible. Los costos de transporte tendrán un aumento cada año de un 5%.

| Costos de transporte | Valor \$ |
|-------------------------------------|-----------------|
| Costo de combustible/mes | \$80.00 |
| Costo de mto. De vehiculo / 4 meses | \$100.00 |

*Tabla No. 29: Costos de transporte
Fuente: Elaboración propia*

6. Costos de inversión

| Descripción de la maquinaria y herramientas | Unidad | Cantidad | Valor unitario (\$) | Valor Total (\$) |
|---|--------|----------|---------------------|-------------------|
| Carretilla Imacasa 4.0Ft | Pieza | 2 | \$48.50 | \$97.00 |
| Rastrillo 12 dientes Imacasa | Pieza | 2 | \$15,00 | \$30.00 |
| Mangueras Plásticas de 7/16"x100´ | Rollo | 2 | \$20.30 | \$40.60 |
| Pala M/C punta redonda | Pieza | 4 | \$7.55 | \$30.20 |
| Azadón Imacasa 2lb | Pieza | 4 | \$7.10 | \$28.40 |
| Ph-metro | Unidad | 1 | \$150.00 | \$150.00 |
| Mango de madera p/azadón 34mmx48" | Pieza | 4 | \$2.55 | \$10.20 |
| Guante de Cuero manga corta | Par | 4 | \$2.75 | \$11.00 |
| Carretilla p/Bulto 250lb | Pieza | 3 | 39,00 | \$117.00 |
| Bascula Mod.P-50A 1000Lbs | Pieza | 1 | \$639.00 | \$639.00 |
| Tela Zaranda Galvanizada bwg27 8x8 | Yda | 10 | \$3.70 | \$37.00 |
| Piocha 5lbs Imacasa C/Mango | Pieza | 2 | \$14.55 | \$29.10 |
| Bota de Hule Huracán | Par | 4 | \$8.80 | \$35.20 |
| Plástico | Yda | 30 | \$0.99 | \$29.70 |
| Escritorio secretarial | Pieza | 1 | \$130,00 | \$130.00 |
| Silla secretarial | Pieza | 1 | \$60,00 | \$60.00 |
| Picadora de 1/2 HP | Unidad | 1 | \$1,400.00 | \$1,400.00 |
| Línea Telefónica | Unidad | 1 | \$17,00 | \$17.00 |
| Calculadora | Unidad | 1 | \$25,00 | \$25.00 |
| | | | Total | \$2,916.40 |

*Tabla No. 30: Costos de inversión
Fuente: Elaboración propia según cotizaciones*

7. Costos de Infraestructura

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Costos de Infraestructura | \$5,340.17 |
|----------------------------------|-------------------|

*Tabla No. 31: Costos de infraestructura
Fuente: Elaboración propia*

Tabla No. 32: Costos de operación anuales
Fuente: Elaboración propia

| Costos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | |
| | \$28,333.17 | | | | | |
| Costos indirectos | | \$1,560.00 | \$1,872.00 | \$2,246.40 | \$2,695.68 | \$3,234.82 |
| Costos de depreciación | | \$309.51 | \$309.51 | \$309.51 | \$309.51 | \$309.51 |
| Costos administrativos | | | | | | |
| Sueldos de personal | | \$9,900.00 | \$9,900.00 | \$9,900.00 | \$9,900.00 | \$9,900.00 |
| Papelería y útiles de oficina | | \$1,200.00 | \$1,320.00 | \$1,452.00 | \$1,597.20 | \$1,756.92 |
| Agua | | \$240.00 | \$264.00 | \$290.40 | \$319.44 | \$351.38 |
| Energía Eléctrica | | \$840.00 | \$924.00 | \$1,016.40 | \$1,118.04 | \$1,229.84 |
| Telefono | | \$180.00 | \$198.00 | \$217.80 | \$239.58 | \$263.54 |
| <i>Total costos administrativos</i> | | \$12,360.00 | \$13,596.00 | \$14,955.60 | \$16,451.16 | \$18,096.28 |
| Costos de transporte | | | | | | |
| Costo combustible | | \$960.00 | \$1,008.00 | \$1,058.40 | \$1,111.32 | \$1,166.89 |
| Mantenimiento del Vehiculo | | \$300.00 | \$315.00 | \$330.75 | \$347.29 | \$364.65 |
| <i>Total costos de transporte</i> | | \$1,260.00 | \$1,323.00 | \$1,389.15 | \$1,458.61 | \$1,531.54 |
| Total costos de Operación | \$28,333.17 | \$15,489.51 | \$17,100.51 | \$18,900.66 | \$20,914.96 | \$23,172.14 |

Tabla No. 33: Proyección de ingresos mensuales
 Fuente: Elaboración propia

Proyecciones de ventas mensuales

| MESES | PRECIO DE VENTA | KILOGRAMOS | VENTAS |
|--------------|-----------------|------------|--------------------|
| 1 | \$0.00 | 0.00 | 0 |
| 2 | \$0.00 | 0.00 | \$0.00 |
| 3 | \$0.00 | 0.00 | \$0.00 |
| 4 | \$0.00 | 0.00 | \$0.00 |
| 5 | \$0.00 | 0.00 | \$0.00 |
| 6 | \$0.75 | 3,000.00 | \$2,250.00 |
| 7 | \$0.75 | 3,300.00 | \$2,475.00 |
| 8 | \$0.75 | 3,630.00 | \$2,722.50 |
| 9 | \$0.75 | 3,993.00 | \$2,994.75 |
| 10 | \$0.75 | 4,392.30 | \$3,294.23 |
| 11 | \$0.75 | 4,831.53 | \$3,623.65 |
| 12 | \$0.75 | 5,314.68 | \$3,986.01 |
| Total | | | \$21,346.13 |

Tabla No. 34: Proyección de ventas anuales
Fuente: Elaboración propia

| AÑOS | VENTAS |
|------|-----------|
| 1 | \$21,346 |
| 2 | \$93,762 |
| 3 | \$103,138 |
| 4 | \$113,452 |
| 5 | \$124,797 |

Tabla No. 35: Utilidades anuales
Fuente: Elaboración propia

| Costos | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-------------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Ingresos Anuales | | \$21,346.13 | \$93,761.82 | \$103,138.00 | \$113,451.80 | \$124,796.98 |
| Egresos Anuales | | \$15,489.51 | \$17,100.51 | \$18,900.66 | \$20,914.96 | \$23,172.14 |
| Utilidades | | \$5,856.62 | \$76,661.31 | \$84,237.34 | \$92,536.84 | \$101,624.84 |

Tabla No. 36: Periodo simple de la recuperación de la inversión
Fuente: Elaboración propia

| | |
|--|-------------|
| Inversión inicial | \$13,513.17 |
| Utilidad anual | \$5,856.62 |
| Ahorro anual de envío por desechos orgánicos del mercado | \$4,189.84 |

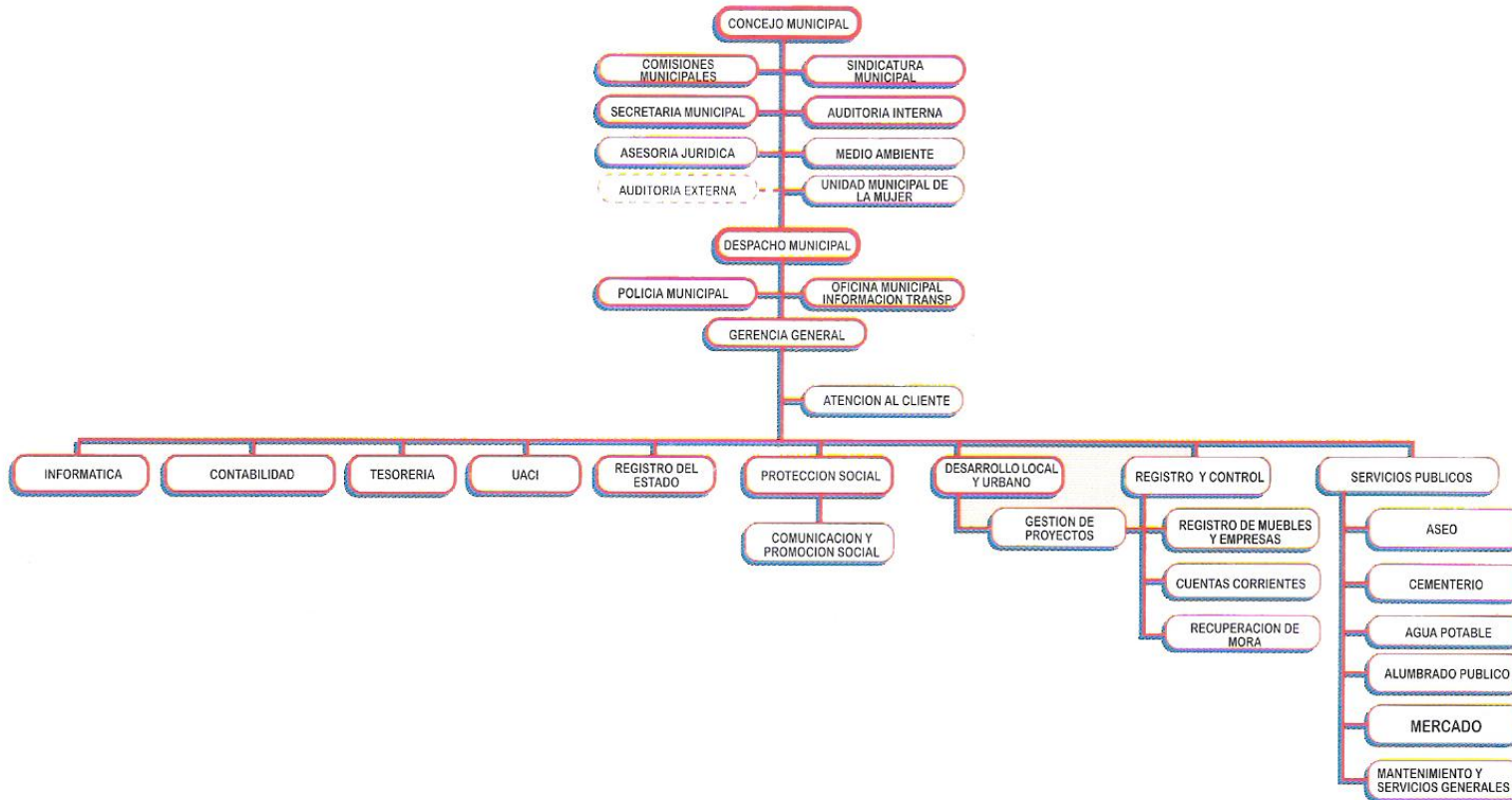
| | |
|-------|------------|
| PSRI= | 1.3 |
|-------|------------|

La inversión se recupera en 1.3 años

$$PSRI = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad anual} + \text{Ahorro anual por desechos}} =$$

5.6 Organización de la entidad que respalda la propuesta (alcaldía municipal de Olocuilta)

*Figura No. 28: Organigrama de la alcaldía de Olocuilta
Fuente: Alcaldía municipal de Olocuilta*



5.6.1 Manual de puestos

La zona de tratamiento para la obtención de vermicompost contará con una serie de empleados distribuidos dentro de las áreas de la misma en puestos específicos de trabajo, en cada uno de los cuales deberán desempeñar las funciones respectivas y cumplir con las características, habilidades y competencias necesarias para ello.

Se define en un manual de funciones, las siguientes características:

- Nombre del puesto.
- Gerencia, departamento o jefatura inmediata.
- Puestos supervisados.
- Descripción General del Puesto.
- Funciones Específicas.
- Funciones de Planificación.
- Funciones de Organización.
- Funciones de Dirección.
- Funciones Operativas.
- Funciones de Control.
- Funciones Periódicas
 - Diarias
 - Semanales
- Quincenales
- Mensuales
- Anuales
- Eventuales
- Perfil de Entrada.
- Educación.
- Experiencia
- Características y Habilidades
- Edad y Otros requisitos.
- Salario.

Supervisor de producción:

Descripción del puesto:

Identificación:

Nombre del puesto: Supervisor de Producción.

Área a la que pertenece: Area de supervisión de Producción

Número de plazas: 1

Tipo de contratación: Periodos de año renovable

Relaciones de Autoridad:

Jefe inmediato: Jefe de la unidad de medio ambiente de la alcaldía de Olocuilta.

Subordinados directos: Personal de producción.

Propósito del puesto: Optimizar los recursos a fin de elevar la productividad en los lotes de producción.

Funciones Generales: Dirigir, supervisar, coordinar, controlar y analizar el desarrollo de las actividades de producción y asegurar el mejor uso de los recursos al llevar a cabo el plan de producción.

Función específica:

- Eliminación de tiempos muertos en la producción
- supervisar labores de subordinados
- aprobar tirajes que cumplan estándares
- productividad de la capacidad de la zona de tratamiento de desechos orgánicos.
- obtener la máxima eficiencia de la zona de tratamiento de desechos orgánicos.
- brindar asesoría a operarios y cuerpo de ventas

Comunicación:

- Ascendente: Jefe de departamento de medio ambiente
- Horizontal: ninguna.
- Descendente: Personal de producción
- Externa: Ninguna

Especificaciones de del puesto:

- Conocimiento: Bachiller
- Experiencia: No se necesita.
- Habilidades y destrezas: Organizado, Poder trabajar bajo presión, habilidad para tomar decisiones, sentido del tacto y vista agudizados, habilidad para el desarrollo de cálculos y manejo de personal.

Salario: \$275.00

Personal de producción:

Descripción del puesto:

Identificación:

Nombre del puesto: Operarios

Área a la que pertenece: Producción

Número de plazas: 2

Tipo de contratación: Periodos de un año renovable.

Relaciones de autoridad

Jefe inmediato: Supervisión de producción.

Subordinados directos: Ninguno

Propósito del puesto: Optimizar los recursos a fin de elevar la productividad sobre equipo.

Funciones generales: Llevar a cabo el desarrollo de la producción y asegurar el mejor uso de los recursos al llevar a cabo el plan de producción.

Función específica:

- Crear planes alternativos en caso de imprevistos
- Analizar la metodología más acertada para cada proceso
- Obtener la más alta productividad de la capacidad instalada

Comunicación

- Ascendente: Supervisor de Producción
- Horizontal: Ninguno
- Descendente: Ninguno
- Externa: Ninguno

Especificaciones del puesto:

- Conocimientos: Bachiller
- Experiencia: No se necesita
- Habilidades y destrezas: Habilidad para tomar decisiones, poder trabajar de rendimiento en maquina, organizado, alta capacidad para resolver problemas.

Salario: \$ 175.00

VIII. CONCLUSIONES

- El diseño de un plan de desechos sólidos permite conocer las ventajas existentes en la recolección y separación de todos los desechos originados en el mercado municipal, es necesario hacer énfasis en los beneficios económicos que pueden tener al reutilizarlos de manera inteligente y los costos que se pueden reducir.
- La integración de propuestas de tratamiento de desechos orgánicos trae consigo una fuente extra de beneficios de índole social, específicamente a los miembros del mercado municipal de Olocuilta y sus alrededores.
- La investigación realizada permitió identificar que en el mercado municipal de Olocuilta y acorde al plan de manejo de desechos sólidos es aplicada de manera informal por algunas personas que no rebasan el 10 por ciento de la población del mercado; el plan de separación diseñado al ser implementado en el mercado municipal contribuirá a la solución de la problemática de los desechos en el mismo.
- Tanto el plan de manejo de desechos sólidos como la propuesta de la zona de tratamiento para la obtención de vermicompost facilitará la implementación de dichas propuestas si la alcaldía la decide establecer, y a la vez permitirá estandarizar la forma de llevar a cabo las operaciones logísticas en el mercado.
- Para la implementación del plan de manejo de desechos sólidos es necesario que exista claridad en cuanto a las personas encargadas y los procedimientos lucrados en las actividades del sistema.
- La propuesta se presentó a las autoridades ambientales de la alcaldía municipal de Olocuilta mostrando satisfacción del trabajo realizado por el grupo de trabajo así como también se mostró abierto a las recomendaciones y sugerencias que se hacen en el plan de manejo como en la propuesta de implementación de la zona de tratamiento de desechos orgánicos para la obtención de Vermicompostaje.

- Debido a la caracterización realizada en el mercado municipal es notable el hecho de que existen productos orgánicos suficientes para la generación de vermicompost, obteniendo así un producto ecodiseñado de mejores proporciones químicas y no se tiene ningún impacto negativo al medio ambiente.
- Las características que presenta el vermicompost como sustituto de abonos sintéticos es una fuente de ingreso que se puede tener en cuenta en los mercados verdes emergentes en todo el país.
- Se pudo observar que los desechos orgánicos al no ser separados generan contaminación al suelo por los lixiviados y los malos olores que se propagan en el ambiente, con mayor énfasis en el área de los comedores del mercado municipal de Olocuilta, así como también el costo que genera el transportar aquellos desechos que se generan en el mercado municipal.
- Por medio de la caracterización se observó que el 62.7 % de los desechos generados en el mercado municipal son de carácter orgánico, este dato es un promedio que se tendrá diariamente, esto a equivale a decir que la continuidad de la zona de tratamiento de desechos orgánicos si es implementada no tendrá escasez de materia prima.

IX. RECOMENDACIONES

- Debido al poco conocimiento de manejo de desechos sólidos que se ha identificado en el mercado municipal de Olocuilta, se recomienda que para la implementación del plan se deben adquirir los conocimientos básicos que implica la logística, tal como se indica en el capítulo 2 de este documento.
- Se recomienda a las autoridades ambientales de la alcaldía de Olocuilta informarse de las organizaciones orientadas al reciclaje de productos inorgánicos, para ofrecer aquellos desechos que se les puede obtener un beneficio económico.
- Por medio del estudio de campo se identificó que en el mercado existe deficiencia en los factores de higiene que afectan directamente a las personas del mercado, por lo que se recomienda que se realicen campañas de limpieza y salubridad, así como recolecciones programadas.
- Se recomienda señalar de manera correcta los contenedores, para que exista un buen manejo de desechos sólidos dentro del mercado municipal de Olocuilta.
- Se recomienda que el mercado adopte el plan de manejo de desechos sólidos para que haga uso de este y así ofrecer resultados positivos, los cuales pueden ser tomados en cuenta por las autoridades municipales con el fin de aplicar un plan de manejo a nivel municipal, que este plan de manejo sirva como plan piloto, para así observar los beneficios que se pueden tener.
- Mediante las observaciones realizadas en la caracterización de los desechos, se recomienda usar al máximo los desechos originados en el mercado, esto con el fin de poder utilizarlos para la elaboración de un producto ecodiseñado que es el vermicompost este producto será tratado y manejado en la zona de tratamiento de desechos orgánicos para la fabricación de vermicompost propuesto en los capítulos 4 y 5 de este documento.

X. FUENTES DE INFORMACION

Bibliográficas

- Hermida, J., Serra, R, Kastica, E: 1993. Administración y estrategia. 4ª Edición, ediciones Macchi.
- Beneke de Sanfeliú, Margarita. Determinación de la Calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: estudio socio-económico. FUSADES. Agosto, 2001.
- Ferruzzi, C. 1994, Motler, O. et al 1987). Manual de Lombricultura. Ediciones MundiPrensa. Madrid.
- Materia orgánica: Estudio para la evaluación mercadológica de los desechos industriales en El Salvador,2004
- Seminario “manejo de desechos solidos”, Universidad Don Bosco, Departamento de medio ambiente, 2005
- Estudio sobre el mercado potencial del reciclaje en el salvador y directorio nacional de reciclaje, San Salvador, Enero de 2006
- Centro de Información y documentación Agropecuario (CIDA) Recopilación bibliográfica de la explotación comercial de las lombrices de tierra. Cuba. 1995
- Américo C. Meinicke, Las Lombrices, Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, 1988.
- Cristales, R.1996. Reproducción de especies de Eisenia foétida y Eudrilus eugeniae. El Salvador. Escuela Nacional de Agricultura y Ganaderia (ENA).
- Larde, Gerardo. 1996 Vermicomposteo Industrial; Informe de los resultados, Mayo-diciembre 1995. Nueva San Salvador, PROCAFE.

- SUQUILANDA, M, Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro, UPS ediciones, Quito, 1997.
- MELENDEZ, J.L. 1996 El cultivo y manejo de las lombrices con fines Agrícolas y comerciales. Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñones” y escuela de agricultura y ganadería Estelí, San Andrés, El Salvador.
- Catalán, G. I. 1981. A new source of protein, copyright. By Phillipine Earthworm Center. Manila Phillipine.
- Vergel, C. 1991. Lombricultura en Colombia. Lombriver Naturaleza y Vida. Medellín, Colombia.
- MERINO, J.F. poblaciones de lombrices de tierra en una pastura de Cynodon plectostachyus asociada con arboles de erythrina poeppigrama una pastura asociada con arboles de Cordia allidora una pastura sin arboles y vegetación a libre crecimiento, en el CALTIE, Turrialba Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. CATIE 2000
- ARLEDGE, J.E. 1980. Mayores cosechas con la lombriz coqueta roja. DIGESA, Guatemala.
- Lohr, Luanne “Factors affecting international demand and trade in organic foodproducts”, en Changing structure of global food consumption and trade, Anita Regmi, ed. Economic Research Service, USDA Trade Report WRS-01-1, 2001.
- Manual para la implementación de ecodiseño en Centroamérica/CEGESTI, Marcel Crul y Jan Carel Diehl-San José, C.R.:CEGESTI,1999
- Hilje, L. (1987). El uso de plaguicidas en Costa Rica. EUNED, San José, Costa Rica.

- Agencia de cooperación internacional del Japón (JICA), Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, oficina de planificación del área metropolitana de San Salvador, Estudio sobre el manejo regional de residuos sólidos para el área metropolitana de san salvador en la república de El Salvador, noviembre 2000.
- El diario de hoy, viernes 28 de mayo de 2008
- Primer Censo Nacional de Manejo de Desechos Sólidos, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, año 2002

Consultas en internet

- Tratamiento de desecho (disponible en http://www.ashinstitute.harvard.edu/Ash/Teocelo_ITG_Case_Spanish.pdf consultado el 10 de mayo de 2008)
- Desechos sólidos (disponible en <http://www.iqgua.org/desechsolidos.html> consultado el 12 de mayo de 2008)
- Curso de lombricultura (disponible en <http://www.inta.gov.ar/PROCADIS/info/documentos/cursolombricultura1-10.pdf> consultado el 13 de mayo)
- Antecedentes de la lombricultura (disponible en http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?option=com_docman&task=doc_details&Itemid=14&gid=21 consultado el 27 de mayo de 2008)
- Propiedades de los fertilizantes (disponible en: www.quiminet.com.mx . consultado el: 19 de julio de 2008)
- COMPOST DE LOMBRIZ (disponible en: http://www.bioagro.com.uy/compost_de_lombriz.htm consultado el: 15 de julio de 2008)
- www.marn.gob.sv consultada el 12 de mayo de 2008
- www.centa.gob.sv consultada el 12 de mayo de 2008
- www.camagro.com
- <http://www.inta.gov.ar/PROCADIS/info/documentos/cursolombricultura1-10.pdf>
- http://www.cafeycaffe.org/web/index.php?option=com_docman&task=doc_details&Itemid=14&gid=21
- <http://www.elsalvador.com> consultado el 30 de mayo de 2008
- <http://www.iqgua.org/desechsolidos.html>

XI. GLOSARIO

A

Abono: Sustancia con la que se fertiliza la tierra.

Anaeróbico: Proceso bioquímico que no requiere oxígeno libre. Organismo que funciona en ausencia de oxígeno molecular.

B

BCR: Banco Central de Reserva

Biología: Conjunto de técnicas en que se aplican los avances en genética y fisiología para nuevas aplicaciones industriales, agrícolas, clínicas o de tratamiento de residuos. Se denomina así el conjunto de tecnologías de base biológica. Se relaciona de manera estrecha con la diversidad biológica, por su papel en la recuperación y mantenimiento de recursos genéticos. Es también importante en la búsqueda de alternativas tecnológicas apropiadas hacia el buen manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

Basura: Son los sobrantes no deseados que resultan de la actividad humana. En los procesos que se dan en la naturaleza, no se genera basura, sino solamente residuos, que se reciclan naturalmente. Por ejemplo, en la naturaleza, todas las formas vivas (vegetales o animales) al morir, se descomponen, retornando sus restos a la tierra (o al lecho de los cuerpos de agua). A veces se dice que la basura es un residuo colocado en el lugar equivocado.

Biodegradable: Que puede ser degradado por medio de organismos vivos.

Botadero: Sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con las disposiciones vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente en general.

C

Cama de producción: estructura compuesta por tierra negra, lombrices y materia prima (compost) está hecha totalmente de materia orgánica, de medidas variables y que se prepara para el proceso de descomposición en el área de tratamiento de los desechos orgánicos biodegradables.

Compost o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el humus obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos).

Compostaje: Proceso de producción de compost.

CEE: Comisión Económica Europea

Contaminante: Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos o formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

Caracterización: La caracterización de residuos es la actividad consistente en la determinación de la composición de un residuo en diferentes fracciones. Mediante éstas, podremos conocer con detalle qué se está depositando en los contenedores de recogida selectiva y en función de ello, tomar las medidas correctoras que en su caso sean más adecuadas.

Cuarteo: el cual consiste mezclar los desechos y luego dividirlos en cuatro partes, hasta obtener las muestras necesarias para el estudio separando y pesando los desechos por tipo de componentes.

D

Descomposición: Es el proceso natural, mediante el cual, las grandes moléculas que componen los seres vivos son reducidas a otras más simples. Este proceso es llevado a cabo en última instancia por microorganismos.

Desechos sólidos (Residuo sólido): conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas.

Desechos sólidos: aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

Desechos sólidos: Aquellos residuos que se producen por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos.

Desechos sólidos orgánicos (se le denominan a los desechos biodegradables que son putrescibles): restos alimentos, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

Desechos sólidos inorgánicos (se le denomina 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).

Desechos sólidos pétreos: piedras, rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.

Desechos 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).

Desechos 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, entre estos están los de la industria básica, textil, maquinarias, automovilística, goma y curtido de cueros, petróleo, química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola.

Desechos peligrosos: 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.

Digestión anaerobia: Es un proceso biológico degradativo que usa microorganismos anaeróbicos para estabilizar sólidos orgánicos o biosólidos, o lo que es lo mismo, es la degradación de moléculas complejas en productos más elementales por microorganismos, en un medio sin oxígeno, en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno.

Disposición final de residuos: Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

E

Ecodiseño: El ecodiseño es una versión ampliada y mejorada de las técnicas para el desarrollo de productos, a través de la cual la empresa aprende a desarrollarlos de una forma más estructurada y racional.

El ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos. El concepto de ecodiseño está contemplado en la agenda de negocios de muchos países industrializados, y es una preocupación creciente en aquellos en desarrollo.

Eisenia foetida: nombre científico que se le da a la Lombriz roja californiana.

ENA: Escuela Nacional de Agricultura. El Salvador.

Encuestas: Estas tienen por objeto obtener información estadística definida. En esta clase de procesos se encuentran otro tipo de Encuestas como: “las Encuestas por Muestreo” en donde se elige una parte de la población que se estima representativa de la población total, una forma reducida de una encuesta por muestreo es un sondeo de opinión, esta se utiliza

solo para recolectar algunos datos sobre lo que piensa un número de individuos de un determinado grupo sobre un determinado tema.

H

Humus: Restos postmortales vegetales y animales en estado coloidal y totalmente estabilizados.

I

Impacto ambiental: Acción o actividad que produce una modificación o alteración en el medio, o en algunos componentes del medio.

L

Lombricompost: Llamado también vermicompost, es la materia orgánica procesada por la lombriz pero que por su estado de madurez no alcanza a ser humus.

Lixiviado: Lixiviado es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos en condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

M

Manejo: almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento o procesamiento, Reciclaje, reutilización y aprovechamiento, disposición final.

Manejo: la recolección, almacenamiento, segregación, transportación, tratamiento y disposición final.

Manejo de desechos sólidos: Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición

final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Materia prima: Productos agrícolas, forestales o minerales que han sufrido poca o ninguna transformación y que formarán parte de un producto terminado.

N

Nematodos: son los animales multicelulares más numerosos que actualmente viven en la Tierra. Un puñado de suelo contiene millares de ellos. Las especies de vida libre son abundantes, incluyen los que se alimentan de bacterias, de hongos, y de otros Nematodos.

O

ONG: Sistema de Organizaciones No Gubernamentales Ambientales.

P

PROCAFE: Fundación Salvadoreña para investigaciones de café.

PH: Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

R

Recolección y transportación: traslado de los desechos sólidos en vehículos destinados a este fin, desde los lugares de almacenamiento hasta el sitio donde serán dispuestos, con o sin tratamiento.

Reciclaje: Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines

Relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otros métodos de tratamiento de la basura como son los tiraderos, dichas medidas son, por ejemplo, el estudio

meticuloso de impacto ambiental, económico y social desde la planeación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero.

Reciclaje: Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recolección Acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, efectuada por su generador o por la entidad prestadora del servicio público.

S

SEMA: Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente

Salud: El concepto es definido por la Constitución de 1946 de la Organización Mundial de la Salud como el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. También puede definirse como el nivel de eficacia funcional y/o metabólica de un organismo tanto a nivel micro (celular) como en el macro (social).

T

Tratamiento: conjunto de proceso y operaciones mediante los cuales se modifican las características físicas, químicas y microbiológicas de los residuos sólidos, con la finalidad de reducir su volumen y las afectaciones para la salud del hombre, los animales y la contaminación del medio ambiente.

Tratamiento: Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

Tratamiento o Procesamiento: Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

TLC: Un tratado de libre comercio (TLC) consiste en un acuerdo comercial regional o bilateral para ampliar el mercado de bienes y servicios entre los países participantes; para la eliminación o rebaja sustancial de los aranceles para los bienes entre las partes, y acuerdos en materia de servicios. Este acuerdo estará regido por las reglas de la Organización Mundial del Comercio (OMC) o por mutuo acuerdo entre los países participantes

V

Vermicompost: Abono orgánico elaborado a base de humus de lombriz roja californiana.

Vermicompostaje: al proceso a través del cual las lombrices, tras digerir desechos de materia orgánica, producen un abono (humus) natural rico en nutrientes que se utiliza como fertilizante y acondicionador del suelo, llamado *Vermicompost*.