

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

Escuela de Ingeniería en Agropecuaria Administrativa



**“Propuesta Socio-Ambiental para el Compostaje de los Residuos
Sólidos Orgánicos en la Comunidad de Tortuguero”.**

**Práctica de Especialidad para optar por el grado de Bachillerato en
Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en
Agroindustria**

Daniela Villegas Hernández

Cartago Junio, 2010

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

“Propuesta socio-ambiental para el Compostaje de los Residuos Sólidos Orgánicos en la Comunidad de Tortuguero”.

Práctica de Especialidad para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Agroindustria

Tribunal Evaluador

Ing. Rooel Campos Rodríguez M.G.A.
Mata. Msc

Profesor Asesor

Ing. Jimmy Orozco

Profesor Consultor

Ing. Luis Fernando Campos Meléndez Msc

Profesor Lector

DEDICATORIA

Ésta Práctica de Especialidad se la dedico con gran orgullo a mi madre, por ser esa persona fiel y sincera que sin importar mis decisiones ha depositado en mí toda su confianza y ha sido una gran consejera que me ha enseñado la importancia de estar cerca de Dios y confiar en él. Además por ser esa mujer fuerte que sin importar las circunstancias ha sabido llevar adelante a su familia con amor y dedicación.

AGRADECIMIENTO

Mi primordial agradecimiento va dirigido a Dios, por haberme dado miles de bendiciones durante este periodo tan importante en mi vida y ser mi guía y fortaleza en momentos difíciles.

Además a mi familia por ser esa mano amiga en todo momento así como ese soporte y aliento durante toda mi preparación profesional.

A mi novio, por ser mi compañero y amigo en todo momento, por su dedicación y cariño.

A todas esas buenas personas, docentes, compañeros y amigos que de alguna forma han sido parte de mi formación profesional durante estos años.

RESUMEN

El Grupo Pachira, ubicado en la comunidad de Tortuguero es una cadena hotelera que de forma comprometida con la zona y especialmente con la comunidad realiza un aporte en donde se pretende dar un tratamiento adecuado a los residuos sólidos orgánicos de la misma. El grupo hotelero fue quien por iniciativa propia dio pie a la iniciación de éste proyecto como tal.

La comunidad de Tortuguero como tal cuenta con un amplio centro de acopio en donde dos veces a la semana se lleva a cabo la recolección de todos los residuos del pueblo para su posterior separación. Ya luego de la separación, materiales como el cartón, plástico, vidrio, papel y aluminio son debidamente tratados para su mayor aprovechamiento, fin que no se ha implementado para tratar los residuos sólidos orgánicos generados especialmente por residuos de comida.

Las prácticas actuales establecen un riesgo ambiental importante, ya que de forma quincenal dichos residuos son trasladados por lancha desde el centro de acopio hasta la región de Caño Blanco en donde durante un viaje de aproximadamente de dos horas se corre el riesgo de contaminar el canal a causa de derrames sea de materia orgánica o sus lixiviados.

Además al realizar la recolección cada quince días los residuos de tipo orgánico biodegradables generan lixiviados y malos olores que afectan la región, especialmente al tratarse Tortuguero de una zona meramente turística. Se liga además, la posibilidad de enfermedades en los seres humanos, así como la atracción de moscas y roedores.

De este modo se realizará una valoración social-ambiental, para analizar la opción de compostaje como una posible solución de tratamiento directo y una opción de negocio ante la generación de residuos sólidos orgánicos en la comunidad. Se realizará una

previa recolección de datos que permita dimensionar la cantidad total de residuos generados y la capacidad requerida del tratamiento de compostaje para la creación de abono orgánico. También se creará un registro semanal en donde los trabajadores del centro de acopio puedan llevar un control preciso sobre las cantidades de residuos generados, siendo éste un aporte importante para el archivo de información que represente datos históricos del proyecto.

Se considerará un lugar propicio dentro de la comunidad, para la construcción del sistema de tratamiento, de modo que éste no ocasione problemas con casas de habitación u hoteles cercanos, no sea una fuente de contaminación para las aguas del canal y no se vea afectado el compostaje por las frecuentes inundaciones de la región. La Caribbean Conservation Corporation de Tortuguero posee un territorio de dos hectáreas dentro de la comunidad, dónde ofrece un espacio para las instalaciones de compostaje, de modo que a preferencia de las partes involucradas se elige la ubicación final.

Basado en estos principios y en cualquier otro tipo de factor asociado al proyecto, podrá realizarse un análisis FODAL sencillo en donde de forma sintetizada puedan tomarse decisiones importantes acerca del mismo por los interesados. Posteriormente desde la perspectiva ambiental y social se establecerá para la elaboración de compost como una actividad económica un marco comparativo entre la práctica actual realizada y la opción de un tratamiento basado en el compostaje.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	4
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	5
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	8
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	8
CAPÍTULO 2: LIMITACIONES.....	10
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 GESTIÓN AMBIENTAL	14
3.1.1 <i>Definición</i>	14
3.1.2 <i>Alcances</i>	14
3.1.3 <i>Instrumentos de la Gestión Ambiental</i>	16
3.1.3.2 <i>Paradigmas de la Gestión Ambiental</i>	16
3.1.4 <i>Consideraciones importantes de la Gestión Ambiental</i>	22
3.1.5 <i>ISO 14000</i>	23
3.2 ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL	24
3.2.1 <i>Definición</i>	24
3.2.2 <i>Generalidades</i>	24
3.3 EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL	26
3.3.1 <i>Definición</i>	26
3.3.2 <i>Marco de Planificación</i>	27
3.3.3 <i>Consideraciones importantes</i>	28
3.4 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA	29

3.4.1 Definición	29
3.4.2 Ventajas	30
3.5 RESIDUOS SÓLIDOS.....	31
3.5.1 Generalidades.....	31
3.5.2 Definición	32
3.5.3 Elementos funcionales de un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.....	33
3.5.4 Parámetros importantes para el estudio de los Residuos Sólidos y la planificación de su manejo.	34
3.5.5 Efectos de los Residuos Sólidos.....	35
3.6 RESIDUOS DE MATERIA ORGÁNICA	38
3.6.1 Definición	38
3.6.2 Aspectos importantes.....	38
3.7 SISTEMAS DE COMPOSTAJE AERÓBICOS	39
3.7.1 Descripción del Sistema	39
3.7.2 Materias primas del Compostaje.....	41
3.7.3 Etapas del Sistema de Compostaje.....	42
3.7.4 Estrategias de éxito para el Sistema de Compostaje.....	45
3.7.5 Parámetros de Control	46
3.8 TIPO DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS SÓLIDOS: COMPOSTAJE CON MICROORGANISMOS EFICIENTES	49
3.8.1 Origen.....	49
3.8.2 Definición	49
3.8.3 Modo de acción de los EM	50
3.8.4 Tipos de microorganismos.....	50
3.8.5 Manejo de Residuos Orgánicos Sólidos:.....	51
3.8.6 Asesoría Ambiental.....	52
3.9 TÉRMINOS IMPORTANTES PARA LA COMPRESIÓN DEL DOCUMENTO	54
4.1 DEFINICIÓN DEL ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	59
4.2 DEFINICIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	59
4.3 POBLACIÓN DE INTERÉS.....	59
4.4 DESCRIPCIONES SEGÚN OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	60

4.4.1 Objetivo específico 1.	60
4.4.2 Objetivo Específico 2.....	61
4.4.3 Objetivo Específico 3.....	63
CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y ANÁLISIS.	65
5.1 ASPECTOS IMPORTANTES.....	66
5.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS SEGÚN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1	68
5.2.1 Información General del centro de acopio de la comunidad de Tortuguero.	68
5.2.2 Diseño y elaboración de registros.....	71
5.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS SEGÚN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	75
5.3.1 Función del centro de acopio de la comunidad.	75
5.3.2 Recolección de datos	81
5.3.3 Análisis de Datos.....	83
5.3.4 Determinación del Método Estadístico	87
5.3.5 Aplicación del Método de Pronóstico	89
5.3.6 Determinación de las Dimensiones y uso del Sistema de Tratamiento para los Residuos Orgánicos.....	93
5.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS SEGÚN EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	95
5.4.1 Manejo Actual de los Residuos en el Centro de Acopio.....	95
5.4.2 Análisis del Tratamiento Propuesto	111
5.4.3 Análisis Comparativo	119
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	122
CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES.....	125
APÉNDICES.....	128
BIBLIOGRAFÍA	146

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Metas e indicadores del proyecto.....	9
Cuadro 2. Cantidad de Residuos Generados en el Centro de Acopio en la Comunidad de Tortuguero (Kilogramos).....	74
Cuadro 3. Tarifas Mensuales para Hoteles de la Región de Tortuguero	80
Cuadro 4. Cantidades de residuos Orgánicos Manejados en el Centro de Acopio.	82
Cuadro 5. Cálculo de la Producción de Residuos Per Cápita en la Comunidad de Tortuguero	84
Cuadro 6. Porcentaje en peso de diferentes residuos manejados en el centro de acopio.	85
Cuadro 7. Coeficientes de Autocorrelación.....	88
Cuadro 8. Cálculo del Índice de Estacionalidad de los datos.	89
Cuadro 9. Kilogramos de Residuos Orgánicos sin Estacionalidad	90
Cuadro 10. Resumen de Regresión Lineal	90
Cuadro 11. Pronóstico Estadístico semanal con Regresión Estacional (Kilogramos)	91
Cuadro 12. Kilogramos de Residuos Orgánicos Capaces de Tratar en las Composteras de Prueba del Centro de Acopio.....	100
Cuadro 13. Análisis Químico de Abono Orgánico producido en Tortuguero.....	101
Cuadro 14. Costos mensuales asociados a la actividad del centro de acopio.....	105
Cuadro 15. Cálculo de Salarios mensuales del Centro de Acopio	106
Cuadro 16. Ingresos Mensuales del Centro de Acopio por Concepto de Venta de Residuos	107
Cuadro 17. Cantidades de Materias Primas requeridas para el Tratamiento de Compostaje	113
Cuadro 18. Cuadro comparativo entre el manejo de residuos orgánicos actual y el manejo de residuos con tratamiento de compostaje	120

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Método de recolección de los residuos en la comunidad de Tortuguero	69
Fotografía 2. Desembarcadero de Caño Blanco	70
Fotografía 3. Contaminación en el canal por la basura que cae al transportar los diferentes residuos de las instalaciones del centro de acopio a la lancha transportadora	71
Fotografía 4. Parte Frontal del Centro de Acopio de la Comunidad de Tortuguero	76
Fotografía 5. Parte Posterior del Centro de Acopio de la Comunidad de Tortuguero.	76
Fotografía 6. Sala de recibo y separación de residuos en el centro de acopio.....	79
Fotografía 7. Estañones para recolección de residuos orgánicos	81
Fotografía 8. Máquina de Molido para los Residuos Orgánicos de CA.....	99
Fotografía 9. Pruebas de compostaje en el centro de acopio.....	100
Fotografía 10. Perros que visitan el centro de acopio para comerse los residuos orgánicos recogidos por el centro de acopio.....	104
Fotografía 11. Estañón de almacenamiento de EM diluidos.....	113

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Kilogramos de Residuos Sólidos Orgánicos Manejados semanalmente en el Centro de Acopio de Tortuguero.....	83
Gráfico 2. Porcentaje en peso de los residuos manejados en el centro de acopio.....	86
Gráfico 3. Coeficientes de Autocorrelación de los Residuos Orgánicos Manejados en el Centro de Acopio.....	88
Gráfico 4. Pronóstico semanal sobre los kilogramos de residuos orgánicos manejados en el centro de acopio.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del centro de acopio de la comunidad de Tortuguero.	78
Figura 2. Distribución de los residuos semanales en el Sistema de Tratamiento para compostaje.....	95
Figura 3. Procesos del Centro de Acopio	96
Figura 4. Transformación de los Residuos en el Centro de Acopio	97
Figura 5. Salidas y Entradas del Sistema de Compostaje.....	115

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Autocorrelación de Datos.....	129
Apéndice 2. Análisis Químico del Abono Orgánico	130
Apéndice 3. Análisis de pH, CE y Humedad del Abono Orgánico.....	131
Apéndice 4. Pronóstico Bimestral de las Cantidades de Residuos a Tratar	132
Apéndice 5. Cálculo de la Densidad Promedio de los Residuos Orgánicos.....	134
Apéndice 6. Ingresos Mensuales del Centro de Acopio por Motivos de Recolección.....	135
Apéndice 7. Ficha de Balanceo- Control.....	144
Apéndice 8. Herramienta del Grupo Focal para la Priorización de Aspectos Sociales y Ambientales.....	145

INTRODUCCIÓN

Costa Rica es un país en desarrollo que depende fuertemente de la actividad turística (siendo ésta la segunda actividad generadora de ingresos para el país), esto gracias a la variedad de flora y fauna existente de frontera a frontera que según Sirefor 2007, posee el 4% de esta variedad de todo el planeta. Es por esto que conservar y mejorar ésta riqueza natural representa un valor económico-ambiental muy importante para cada uno de los costarricenses.

Sin embargo aún a sabiendas de lo anterior, no se ha podido crear una conciencia de respeto, cuidado y mejoramiento de nuestros recursos. Es lamentable encontrar zonas altamente deforestadas y altamente contaminadas debido a la irresponsabilidad del ser humano.

Actualmente, se encuentran grupos pequeños de personas que con un esfuerzo exhaustivo promueven a nivel local la separación adecuada de los residuos para su posterior tratamiento sean estos de origen biodegradable o no biodegradable.

Lastimosamente en Costa Rica, no existe aún una cultura para el manejo y control adecuado de los residuos sólidos; es decir, no hay una percepción sobre el impacto negativo ambiental que produce el manejo y la disposición incorrecta de éste tipo de residuos. Desafortunadamente, esta es una situación que está presente desde el núcleo familiar, en dónde no se fomenta la cultura de separar debidamente todos los residuos generados en el hogar.

Según R. Cardona, E. Deutscher y G. Villalobos, 1997 del libro Desechos Sólidos y Educación Ambiental: *“Existe una falta de claridad en cuanto a planificar ordenadamente*

los servicios de desechos sólidos, desarrollo institucional, capacitación y motivación al personal y una legislación efectiva, y planificar ordenadamente el servicio”.

Con lo anterior se refleja la importancia de forjar un grupo integrado que permita establecer lazos fuertes entre organismos estatales y no estatales para que puedan en forma adecuada y oportuna dar un mejor aprovechamiento a los residuos sólidos, contando con un respaldo legal apropiado y sin dejar a un lado la respectiva motivación y capacitación en especial para todas aquellas personas que en forma directa o indirecta están relacionadas con el proyecto.

Es importante involucrar a la mayor cantidad de personas y empresas, especialmente aquellas turísticas, de modo que asuman un papel de compromiso y sean ellas mismas quienes se encarguen de transmitir el mensaje a otros.

Es elemental lograr ésta propagación de información ya que los mismos autores establecen un importante crecimiento demográfico, que desencadena en una mayor generación de residuos en los diferentes hogares, comercios, centros de entretenimientos, entre otros. Y si conjuntamente se adiciona una falta de educación efectiva sobre el adecuado tratamiento de los residuos; se resalta la necesidad de implementar e incentivar la creación de planes y programas que permitan llegar a una población importante y sea éste el inicio de una formación social y ambiental. (R. Cardona, E.Deutscher y G. Villalobos, 1997).

Si se lograra un estado de conciencia sería mucho más fácil tomar medidas correctivas ante la problemática y ejecutar controles apropiados. (R. Cardona, E.Deutscher y G. Villalobos, 1997).

Para poder generar un manejo adecuado de los residuos y desechos obtenidos en la sociedad costarricense requiere de una visión a largo plazo. Esta visión debe ser construida en función de aquello que es deseable en términos económicos, sociales y ambientales.

Al establecer una jerarquía de las opciones para un manejo de materiales se puede proceder a una evaluación de las opciones disponibles para asistir en la toma de decisiones en beneficio de las partes interesadas.

Por lo tanto, Costa Rica tiene una serie de retos dentro del ámbito ambiental en dónde se requiere de un esfuerzo integral dirigiendo sus esfuerzos a la conservación y mejoramiento del medio natural y a la creación y aplicación de leyes rígidas que sancionen fuertemente a todas aquellas personas que de forma directa o indirecta atenten contra el medio ambiente provocando su deterioro.

CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN PRELIMINAR

1.1 Antecedentes del problema

El manejo de los residuos sólidos orgánicos es un problema que asecha no sólo una comunidad como Tortuguero sino un sinnúmero de lugares en nuestro país. Hasta hace pocos años atrás, el costarricense ha adoptado una actitud conservacionista ambiental en donde no basta con no afectar el medio ambiente sino que es importante hacer algo para su mejoría.

Este justamente es el caso del Grupo Pachira y la comunidad de Tortuguero, quienes procuran dar un cambio al lugar ofreciendo nuevas opciones y mejorías no sólo a sus propios habitantes sino a la gran cantidad de turistas que visitan la región durante todo el año. Bajo este contexto, se establece el término de responsabilidad social empresarial en donde se da un aporte para el desarrollo sostenible en protección tanto del medio ambiente como de las comunidades con las que se asocia la actividad.

Con un esfuerzo importante, la comunidad de Tortuguero ha desarrollado un centro de acopio en donde se lleva a cabo la recolección y posterior separación de residuos según su origen, sea plásticos, vidrio, cartón, papel, residuo orgánico procedente de alimentos, chatarra, entre otros, para ser transportados en lancha cada quince días hacia sus diferentes destinos.

Muchos de estos materiales excepto los residuos orgánicos reciben un tratamiento adecuado para su aprovechamiento posterior, en el caso de los residuos orgánicos, éstos son regalados a un señor de la región de Parismina que según el encargado del centro de acopio Enrique Obando los utiliza para la generación de abono orgánico, utilizando técnicas inadecuadas para el ambiente, ya que tira dichos residuos a cielo abierto en un lote de su propiedad y produce abono para autoconsumo y comercialización.

Toda la cantidad de basura producida en Tortuguero, en especial los residuos orgánicos han generado durante años, contaminación en las aguas del canal, mediante el transporte al lugar de Caño Blanco y en lugares aledaños al centro de acopio, al realizarse el transporte en lancha cada quince días, dichos residuos generan lixiviados durante su descomposición. Así, los residuos orgánicos ocasionan además contaminación escénica lo que se vuelve un desincentivo para turistas que desean disfrutar de la región.

1.2 Justificación del Proyecto

Para la Comunidad de Tortuguero al ser una región que depende desde el punto de vista económico de la actividad turística, es importante cuidar y tomar acciones oportunas que mantengan e incrementen la cantidad de visitantes al parque nacional.

Actualmente poseen un centro de acopio, en el cual se realiza la separación de todos los residuos generados en la misma comunidad, posterior a eso, ciertos residuos como el plástico, el vidrio, el papel, y cartón entre otros son tratados para luego destinarlos a diferentes sitios de recuperación. En el caso de los residuos sólidos orgánicos, éstos actualmente no cuentan con ningún tratamiento posterior a la selección y por el contrario tienen que ser almacenados en el Centro de acopio hasta que llegue la lancha municipal para su recolección.

La Municipalidad de Guápiles es la responsable de recolectar la basura del pueblo y llevarlos al vertedero más cercano, dicha recolección se hace cada quince días, tiempo en el cual los residuos orgánicos están en un alto grado de descomposición con generación de lixiviados.

Dado lo anterior, la comunidad requiere de un sistema de tratamiento que permita tratar los residuos sólidos orgánicos en el mismo sitio y no depender del transporte en lancha.

Actualmente la comunidad no cuenta con datos históricos que ofrezcan información sobre las cantidades de residuos recolectados y manipulados en el Centro de acopio en forma diaria ni de ningún tipo de registro que permita tener acceso a la información sobre las cantidades de residuos en caso de requerirlos.

Por lo tanto, según las necesidades del centro de acopio, se realizará una valoración socio-ambiental para el compostaje de los residuos orgánicos de la comunidad. Así mismo, para efectos de la presente propuesta, no es contemplado un análisis financiero en relación con la autosuficiencia financiera del proyecto para su futura ejecución, ya que el proyecto, es visto como otro proceso a ejecutar dentro de las actividades totales realizadas por el centro de acopio, que en caso de ser necesario pueden darle el soporte económico requerido.

Además, el centro de acopio y otras empresas que apoyan la actividad, mantienen un alto compromiso con el ambiente en cuanto a su protección y cuidado, y es por eso que desean mitigar los efectos nocivos que la ausencia de un tratamiento adecuado a los residuos orgánicos está ocasionando. De éste modo, para efectos de la presente investigación, no es de interés conocer por parte de las personas interesadas la rentabilidad del proyecto, puesto que el tratamiento de los residuos orgánicos es visto como una estrategia irrevocable por realizar.

Es importante también mencionar, que la comunidad de Tortuguero, no posee un control gubernamental dirigido hacia el cumplimiento adecuado del marco legal regido en Costa Rica, de éste modo es muy difícil contar con el apoyo de entidades estatales para la ejecución de proyectos como el que será realizado a continuación.

Por lo tanto, con base a esta idea, es que un pueblo en busca del desarrollo como el de Tortuguero requiere de nuevas alternativas que en el caso del tratamiento de residuos sólidos orgánicos garanticen un adecuado manejo y control de los mismos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Valorar la propuesta de compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos, en la comunidad de Tortuguero promoviendo un mejor tratamiento para dichos residuos, desde el punto de vista ambiental.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y elaborar los registros apropiados que permitan llevar un control de datos sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio.
- Cuantificar la cantidad de residuos sólidos orgánicos, manejados en el centro de acopio de la comunidad de Tortuguero en forma diaria para dimensionar el de tratamiento.
- Comparar desde el punto de vista socio ambiental, el sistema de compostaje propuesto para la generación de capital monetario, bajo el concepto de desarrollo humano sostenible.

Cuadro 1. Metas e indicadores del proyecto.

Objetivo General	Objetivo Específico	Metas	Indicador	Unidad de medida
Valorar la propuesta de compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos en la comunidad de Tortuguero promoviendo un mejor tratamiento para dichos residuos desde el punto de vista ambiental.	1. Diseñar y elaborar los registros apropiados que permitan llevar un control de datos sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio.	1.1 Elaborar un formulario para control semanal.	1.1.1 Instrumento elaborado.	1.1.1.1 Formulario.
		1.2 Crear archivo de información para registro permanente de cantidad de residuos.	1.2.1 Cantidad de formularios semanales archivados.	1.2.1.1 Formularios archivados.
	2. Cuantificar la cantidad de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio de la comunidad de Tortuguero en forma diaria para dimensionar el sistema de tratamiento.	2.1 Recolectar por doce semanas la cantidad de residuos manejados en el Centro de Acopio.	2.1.1 Cantidad de residuos manejados.	2.1.1.1 Kilogramos.
		2.2 Establecer el punto máximo de residuos manejados en doce semanas de medición.	2.2.1 Cantidad máxima de residuos manejados.	2.2.1.1 Kilogramos.
	3. Comparar desde el punto de vista socioambiental el sistema de compostaje propuesto para la generación de material monetario, bajo el concepto de desarrollo humano sostenible	3.1 Realizar diagnóstico a través de la técnica FODAL al sistema de tratamiento actual.	3.1.1 FODAL realizado.	3.1.1.1 Diagnóstico.
		3.2 Elaborar diagnóstico del sistema de compostaje propuesto.	3.2.1 Diagnóstico realizado.	3.2.1.1 Diagnóstico.
		3.3 Confeccionar instrumento que compare diagnósticos realizados.	3.3.1 Instrumento elaborado.	3.3.1.1 Cuadro comparativo.

Fuente: El autor, 2010.

CAPÍTULO 2: LIMITACIONES.

Existe un conjunto de limitantes que rodean el desarrollo del proyecto precisamente en la comunidad donde se llevará a cabo el mismo. Los principales factores son:

- El único medio de transporte del lugar que comunica las diferentes zonas de interés es la lancha. De este modo, se depende de la disposición de los conductores de las lanchas del Grupo Pachira para poder movilizarse en los diferentes puntos requeridos por la practicante del proyecto. De este modo hay que sujetarse a un horario definido de salida de las lanchas hacia el pueblo, las cuales son muy limitadas
- Siendo el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) con sede en la provincia de Cartago la universidad promotora de la práctica de especialidad y el lugar de residencia de la practicante, la lejanía con el pueblo de Tortuguero hace necesario tener fuentes indirectas de comunicación con las diferentes personas involucradas en el seguimiento del proyecto como teléfono, chat, correo electrónico, entre otras. Adicionalmente se necesitará mucho tiempo para el transporte de la practicante desde Cartago hasta Tortuguero, ya que dicho viaje tarda alrededor de ocho horas continuas.
- Un factor determinante es el clima de la región de Tortuguero, puesto que predominan las lluvias con un ambiente húmedo propenso a las inundaciones. De este modo este tipo de condiciones climáticas podrían afectar la realización oportuna de las actividades propuestas para la ejecución del proyecto. En numerosas ocasiones se imposibilitaba salir del hotel en lancha hacia la comunidad, las fuertes lluvias y el viento imposibilitaban la navegación segura. Además que el clima es un factor a considerar en caso de implementar en la comunidad el sistema de compostaje.
- La comunidad cuenta con un terreno que puede destinarse a la construcción del sistema de compostaje para los residuos sólidos orgánicos, dicho terreno requiere de

cuidado para no afectar en forma directa la vegetación encontrada en el terreno, sin embargo ésta es una zona con grandes cantidades de vegetación que a la hora de construir el tratamiento de compostaje debe ser alterado fuertemente. Así mismo se dificulta el estudio del terreno, siendo esta vegetación no menor a un metro de altura, donde predomina la existencia de serpientes venenosas y no venenosas. Debe además considerarse una ubicación oportuna del compostaje dentro del terreno total de modo que éste no afecte a vecinos del pueblo o sea base para que instituciones del gobierno impidan su ejecución.

- Otra limitante encontrada es la inexistencia de datos históricos sobre las cantidades de residuos generados en la comunidad, de modo que debió realizarse una medición de las mismas por un tiempo considerable, de modo que pueda ofrecer un panorama real sobre las cantidades de residuos de interés generados.
- La restringida entrada al lugar debido a la falta de espacio en todos los hoteles del Grupo Pachira, de modo que se debían suspender visitas a raíz de no contar con el hospedaje que el grupo ofreció brindar en primeras estancias, al igual que la alimentación y transporte. Además en repetidas ocasiones no se contaba con la respuesta rápida ante correos o llamadas en la solicitud de hospedaje en los hoteles.
- A causa de la falta de hospedaje ofrecida por el Grupo Pachira, doña Irma Pineda solicitó al señor don Enrique Obando, encargado del centro de acopio se le brindara hospedaje a la practicante en algunas de las cabinas de la comunidad de Tortuguero, mientras el hotel seguía proporcionando la alimentación y transporte.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.

Es importante analizar y detallar todos aquellos aspectos teóricos que por su relevancia con el proyecto a realizar, facilitan en gran medida la comprensión e interpretación de toda la información ofrecida. Por lo tanto con la realización del siguiente marco teórico se pretende definir los conceptos más importantes del proyecto a razón de evitar confusiones o malentendidos en el lector.

3.1 Gestión Ambiental

3.1.1 Definición

La gestión ambiental, se define como el *“campo que busca equilibrar la demanda de recursos naturales de la Tierra con la capacidad del ambiente natural, debe responder a esas demandas en una base sustentable”* (UNESCO, 2000). De este modo su principal objetivo es conciliar las actividades humanas y el medio ambiente, a través de herramientas que estimulen y fomenten esa tarea, la cual pretende a su vez la modificación del comportamiento del hombre en relación con la naturaleza, debido a la actual situación de degradación de la misma.

La Gestión Ambiental busca la Sustentabilidad Ambiental cuyo objetivo directo *“es el mantenimiento de los sistemas de soporte de la vida, o sea, preservar la integridad de los subsistemas ecológicos que son críticos para la estabilidad del ecosistema global, protegiendo igualmente las fuentes de materias primas necesarias para mejorar el bienestar humano”*. (UNESCO, 2000). Es decir, busca resguardar todas las fuentes naturales del planeta que influyen en el equilibrio biológico del ser humano.

3.1.2 Alcances

La gestión ambiental parte de la necesidad de la sociedad de conservar y mejorar la *“oferta y calidad ambiental”*, es decir, de los recursos que sirven para satisfacer las necesidades de

los seres humanos, y que son fundamentales como soporte de la vida en la tierra. Ello conlleva el reto de detener y revertir el deterioro del medio ambiente con el fin de preservar y mejorar su calidad para las futuras generaciones. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

Por su injerencia amplia, la gestión ambiental puede ser abordada bajo diversas perspectivas y con diferentes escalas. Se puede centrar en el ámbito rural o urbano, en una política específica, en una amenaza ambiental global, en el impacto ambiental de una actividad económica específica, o en la conservación y uso sostenible de un recurso estratégico. (Soares. L, 2002)

La gestión ambiental, por lo tanto, puede ser abordada a distintos niveles de gobierno o de grupos del sector privado en su concepción amplia, o en diversos ámbitos territoriales: global, regional, subregional, nivel metropolitano, ciudades, barrios, poblados, cuencas hidrográficas, entre otros. (Soares. L, 2002)

La Gestión Ambiental, es un compromiso colectivo en donde debe ser considerado no sólo el marco ambiental, sino también todo aquello que compete al área legal, económica, social, cultural, además de ir acompañado de una educación afectiva en donde cada uno de los involucrados e interesados tengan el conocimiento adecuado sobre la temática ambiental en cuestión (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007).

Estudios han mostrado que el verdadero éxito de la Gestión Ambiental comprende un conjunto de factores que interactúan entre sí de modo integral. De este modo la Gestión Ambiental no es posible ser explicada únicamente a partir de un plan, programa o instrumento de gestión o aislado de un contexto económico, político y ambiental. Se ha de lograr examinar, a partir de información disponible, los factores críticos de planificación, diseño e implementación de planes e instrumentos de gestión ambiental en una región. (Soares. L, 2002)

3.1.3 Instrumentos de la Gestión Ambiental

Hoy en día se otorga mucha importancia a los procesos participativos en la selección de los instrumentos, como medio que sirve no sólo para alcanzar una solución satisfactoria para todas las partes interesadas, sino también para incorporar en las medidas tomadas la legitimidad requerida para su puesta en marcha. Según M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007 los instrumentos se clasifican en cuatro grandes categorías:

3.1.3.1 Instrumentos de Regulación Directa:

Definición: “Los instrumentos de regulación directa (comando y control) consisten en la promulgación y obligatoriedad de leyes y normas que prescriben objetivos de calidad ambiental y de manejo y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente”. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

Una de las estrategias más comúnmente utilizadas para prevenir y llevar algún control sobre la contaminación y en general, el deterioro ambiental, es la promulgación o divulgación de normas orientadas a establecer controles de calidad ambiental, de emisión, vertimiento y concentración de residuos sólidos que en caso de incumplimiento genera la imposición de sanciones. Con este mismo fin, se formulan normas sobre productos, procesos de producción y estándares tecnológicos.

3.1.3.2 Paradigmas de la Gestión Ambiental

Han tenido que surgir distintas etapas en la vida del hombre para lograr la formación de un pensamiento ambientalista, en donde la relación hombre-naturaleza sugiere una evolución positiva que establece la apreciación por nuestro medio natural. Dichos paradigmas se clasifican en cinco tipos:

Economía de Frontera

Fue el paradigma dominante en los países industriales hasta los años sesenta, en el cual la naturaleza existe como un instrumento únicamente para beneficiar al hombre, siendo explorada, manipulada y modificada por él, sin importar la manera, siempre para mejorar la calidad material de su vida. Por lo tanto la naturaleza corresponde al mismo tiempo a la oferta infinita de recursos físicos, en donde el pensamiento de protección y uso racional de los recursos no existía. (CYMA, 2000)

Ecología Profunda

Es considerado el paradigma opuesto al anterior, correspondiendo más característicamente a un movimiento político, a un sistema ético, de valores fundamentalmente diferente, reaccionando contra las consecuencias del sistema dominante, que dejó atrás aspectos éticos, sociales y espirituales que intentan ser rescatados por la ecología profunda.

Al contrario de la jerarquía de la economía de frontera, el hombre es colocado en una posición de subordinación a la naturaleza en donde se promueve la diversidad ecológica y cultural. Este paradigma no se considera viable puesto que contempla un cambio radical al cual las generaciones actuales no se encuentran preparadas. (CYMA, 2000)

Protección Ambiental

A fines de la década del sesenta, los problemas ambientales de los países industrializados, como la contaminación, la destrucción de hábitats y de especies, exigieron mayor atención por parte del Gobierno, lo que trajo como consecuencia el debilitamiento del paradigma dominante hasta entonces.

“La estrategia de ese paradigma fue la institucionalización del medio ambiente, de los estudios de impacto ambiental como forma legal de evaluar los costos y beneficios de la contaminación ambiental. Los gobiernos crean agencias especiales de protección

ambiental, responsables del establecimiento de límites y mecanismos de corrección cuando éstos fueran sobrepasados”. (CYMA; 2000)

En la industria, la gestión ambiental tenía como principal objetivo controlar el daño ocasionado, los límites se concentraban, predominantemente en medidas al final del proceso, en lugar de un tratamiento en toda la planta. De modo que el método utilizado era de origen correctivo y no preventivo.

Los resultados de este enfoque con relación a las respuestas de las empresas, son muy poco significativo, pues la gestión ambiental es vista como costo adicional en la producción, que no tiene facilidades de traducir beneficios ecológicos en términos monetarios. (CYMA, 2000)

Gestión de Recursos

La principal razón de cambio del paradigma anterior a este, se asocia al crecimiento de los movimientos ecológicos en algunos países en desarrollo. El hombre se vuelve más consciente sobre la importancia de los bosques y demás recursos naturales. Se tiene el conocimiento de que los recursos no son inagotables y requieren de un cuidado importante.

La contaminación pasa a ser vista como un recurso negativo, que provoca la degradación del capital natural; el clima y los procesos de regulación son recursos fundamentales y vitales, que deben ser prioritarios por este enfoque. Es por lo tanto de suma importancia la creación de estrategias que de una forma integral busquen un menor impacto negativo en el ambiente. (CYMA, 2000)

Eco desarrollo

“El eco desarrollo se coloca como un paradigma más adecuado al futuro, pues es él que presupone mayores y más profundos cambios en el pensamiento y en la práctica”.
(CYMA, 2000)

Con este paradigma se cambia la perspectiva del productor que debía acarrear por costos a raíz del cuidado ambiental por aquel productor que puede verse beneficiado económicamente con el cuidado y mejoramiento del medio ambiente.

La concepción de eco desarrollo, su teoría de gestión ambiental, de desarrollo y medio ambiente se fundamentan en el reconocimiento de que el hombre y la naturaleza no son desligados como se suponía en el pasado.

La propuesta de un modelo alternativo de desarrollo, coincide con un período de flujo intenso, en dirección a una síntesis de los cinco paradigmas, o a otro diferente, que traduzca una nueva etapa de la evolución y conocimiento del hombre en relación con el medio natural que lo rodea. Sin embargo es importante el surgimiento de un nuevo paradigma, en donde se rompa con esa resistencia al cambio que actualmente limita a nuestra sociedad.
(CYMA, 2000)

3.1.3.3 Instrumentos Administrativos y de planificación:

Los instrumentos administrativos consisten en el otorgamiento de licencias, permisos y demás modos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones.

“Dentro de los mecanismos administrativos de intervención y planificación del aprovechamiento de los recursos naturales, sobresalen las licencias ambientales, los

permisos y demás modos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones, así como las acciones de seguimiento y fiscalización de las obligaciones ambientales exigidas en estos actos administrativos y en los planes ambientales”. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

El hecho de que se denominen de planificación a los instrumentos de esta categoría hace alusión a su propósito central de prever y mitigar los impactos ambientales que pueda generar la actividad a realizar que es objeto de una licencia.

La licencia ambiental se establece como el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental autoriza la ejecución de obras, proyectos o actividades susceptibles de causar graves daños ambientales o modificaciones considerables en el medio.

Dicha licencia por lo general contendrá las obligaciones a las cuales se queda sujeto a razón de prevenir, minimizar o corregir los efectos negativos ambientales.

Debe suponerse que las licencias ambientales así como los estudios de impacto ambiental deben ser utilizados por las autoridades ambientales, como herramientas de planificación ambiental y como instrumentos para la toma de decisiones. Sin embargo, con frecuencia ha adquirido el papel de un trámite administrativo más sin mayor consecuencia para el mejoramiento ambiental. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

3.1.3.4 Instrumentos económicos:

Los instrumentos económicos están dirigidos a hacer que las fuerzas del mercado sean las principales propiciadoras del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad.

Los instrumentos económicos usan las fuerzas del mercado para integrar las decisiones económicas y ambientales. *“La literatura sobre la materia subraya que estos instrumentos deben suministrar los precios y otras señales del mercado con el propósito de ayudar a las*

instancias decisorias a reconocer las implicaciones ambientales de sus decisiones”. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

Se establece además que la sanción económica como sistema coercitivo para el cumplimiento de las regulaciones o normas establecidas dentro del sistema de comando y control es un “instrumento de mercado muy débil”. Y, en contraste, discute que un “instrumento de mercado muy sólido” es aquel que permite a las fuerzas del mercado determinar la mejor manera de cumplir con una meta o norma determinada.

La teoría económica sugiere que si fuera posible colocar un valor monetario al daño ambiental causado por la contaminación, sería entonces posible establecer un cargo o gravamen ambiental igual al costo del daño producido. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007)

3.1.3.5 La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental:

La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental conforman la quinta categoría. El conocimiento y la conciencia pública sobre el medio ambiente son factores que inciden en la gestión ambiental.

En primera instancia la calidad y cantidad de la información ambiental tiene una gran influencia en los responsables por la formulación de las políticas, además, el conocimiento acerca de las amenazas ambientales es un estado necesario para la formación de la conciencia pública; la percepción de la ciudadanía de la gravedad y prioridad de los problemas va a estar en buena parte condicionada por este conocimiento, cuya socialización, a su vez, está intervenida por los valores y la cultura de un país o región en particular. La cultura, los valores, el flujo del conocimiento y la educación inciden en la formación de las visiones sobre la relación hombre medio ambiente. (M. Rodríguez, G. Espinoza, 2007).

3.1.4 Consideraciones importantes de la Gestión Ambiental

Son muchas las ventajas percibidas a raíz del conocimiento, la aplicación y la divulgación de la Gestión Ambiental. Aunque ha sido un proceso largo, ya en tiempos actuales se destaca la importancia de conservar la naturaleza y tomar medidas correctivas en contra de la degradación del medio ambiente. Entre las principales ventajas según M. Rodríguez y G. Espinoza, 2007.se tienen:

- Aumento de la conciencia pública sobre temas ambientales. El conocimiento en cuanto a las ventajas ambientales, económicas y sociales raíz de una mejor comprensión sobre la relación entre el medio ambiente y el desarrollo.
- Establecimiento de niveles de desempeño, medibles por la creación de índices de cumplimiento o desempeño.
- Una más alta jerarquía del tema ambiental dentro de las políticas ambientales, lo cual es de gran importancia ya que se generan avances y puestos en marcha de mejores políticas ambientales para la protección de los recursos naturales. De este modo es que se ha mejorado el desempeño de proyectos de desarrollo e infraestructura tanto en el medio urbano como en el medio rural.
- Adopción de medidas dirigidas a enfrentar las amenazas ambientales globales en las políticas nacionales, subregionales y regionales, como resultado de los requerimientos de diversas convenciones y acuerdos internacionales.
- Incorporación de mecanismos de participación de la sociedad social y el sector privado en temas de importancia ambiental.
- Actualización de los instrumentos de regulación directa y administrativos (comando y control), educación ambiental y sistemas de información ambiental. Asimismo, se han introducido nuevos instrumentos económicos y de mercado para la conservación de recursos y la protección ambiental. En algunos sectores críticos de la actividad productiva y de servicios, se han impulsado esquemas de producción limpia con éxito relativo.

3.1.5 ISO 14000

ISO 14000 son una serie de estándares internacionales para Sistemas de Gestión Ambiental que han estado desarrollándose desde finales de los ochenta. Éste suministra administración de negocios con la estructura para administrar el impacto ambiental. Las normas incluyen el de administración básica, auditoría, evaluación de desempeño y evaluación del ciclo de vida. (González, C. 1998).

Con la serie ISO 14000, ISO ha creado un sistema internacional que certifica sistemas corporativos de gestión ambiental, donde ofrece asistencia a las empresas desde el punto de vista ambiental en dos aspectos importantes:

El primero es una amplia gama de estándares para realizar muestreos y métodos para enfrentar los diferentes retos ambientales a los que se enfrentan diversas organizaciones y regiones, especialmente aquellos ligados a la calidad del aire, del agua y de los suelos. La segunda herramienta que ofrece ISO es el desarrollo de los Sistemas de Gestión Ambiental de la serie ISO 14000. Esta serie de estándares es diseñada para contemplar el amplio espectro de aspectos ambientales que afectan a las organizaciones y comunidades en el mercado global. (Rodríguez M, 2005).

“ISO 14000 proporciona una plantilla o modelo estandarizado y reconocido internacionalmente para sistemas de gestión ambiental efectivos y el modo de establecer tales sistemas”. (Eco2site, 2006)

La serie 14000 comprende varias normas únicas, que en conjunto establecen los lineamientos necesarios para implementar un sistema administrativo ambiental. Las normas orientadas al producto, incluyen el etiquetado, evaluación del ciclo de vida y normas de producto en aspectos ambientales. A su modo las normas orientadas a la organización y el proceso incluyen como tal: sistemas administrativos ambientales, auditorías ambientales, y sistemas de evaluación del desempeño ambiental. (González, C. 1998).

Por lo tanto el ISO 14000 es una herramienta favorable de gestión que permite a una organización de cualquier tipo o tamaño principalmente identificar y controlar el impacto medio ambiental de sus actividades, productos o servicios. Además permite mejorar continuamente el comportamiento ambiental para aplicar un enfoque sistemático en el establecimiento de objetivos y metas para su posterior consecución y medición de logros. (International Organization for Standardization, 2004).

3.2 Administración Ambiental

3.2.1 Definición

“Se entiende por administración ambiental al conjunto de acciones conducentes al manejo del sistema ambiental. Dicho de otro modo, e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales” (Serna. D 2009).

La gestión o administración ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos además de la protección y conservación del ambiente.

3.2.2 Generalidades

La administración Ambiental es la parte del sistema de administración general que incluye la estructura, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, alcanzar y mantener la política ambiental.

Por lo tanto ésta gestiona, supervisa y controla todos aquellos aspectos ligados a actividades o proyectos del marco ambiental (Serna. D 2009).

La administración ambiental tiene como objetivo primordial mejorar la calidad de la vida humana. Comprende la movilización de recursos y la acción del gobierno para manejar el uso de los bienes y servicios, tanto naturales como económicos.

El manejo ambiental se basa en los principios inherentes de la ecología. “Éste utiliza el análisis de sistemas y métodos de resolución de conflictos para distribuir los costos y beneficios de las actividades de desarrollo en las poblaciones afectadas, y procura proteger a las actividades de desarrollo frente a los riesgos naturales. La identificación de conflictos es una de las tareas más importantes en la planificación del manejo ambiental, y la resolución de los mismos es una parte fundamental de lo que constituye un desarrollo ambientalmente adecuado”. (Estudio de Casos de Manejo Ambiental, 1987)

En el mundo complejo e interdependiente en que vivimos, el manejo ambiental es necesario y requiere gran atención debido a que las actividades de desarrollo que se llevan a cabo en un sector afectan directamente nuestro entorno ya sea desde un punto de vista positivo o negativo, generando variaciones en el mismo. De este modo, se presentan un sinnúmero de situaciones beneficiosas o conflictos en donde varias actividades con distintos intereses se ven altamente relacionados.

Es importante no solo contemplar la causa y efecto dentro del concepto de impacto ambiental, puesto que toda la atención no debe ir dirigida sólo hacia aquellas actividades que generan problemas y las que los reciben, es decir deben contemplarse todas las perspectivas que involucran directa o indirectamente la actividad. (Estudio de Casos de Manejo Ambiental, 1987)

Las técnicas de resolución de conflictos son bien conocidas y son comparativamente exitosas, durante la continua existencia del hombre en la tierra bajo condiciones muy complejas. Si no hubiesen dado resultado, no existiría la vida como la conocemos hoy.

Especialistas en el tema de resolución de conflictos establecen como determinado conflicto puede ser tanto positivo como negativo para las partes, el conflicto tiende a mantener límites válidos entre los grupos, así como la estructura necesaria de los grupos, y proporcionar incentivos para la formación de alianzas. (Estudio de Casos de Manejo Ambiental, 1987)

Muchas actividades destinadas a usar, mejorar, conservar y proteger bienes y servicios con fines de desarrollo, refuerzan a otras actividades de desarrollo. Por ejemplo los proyectos de desarrollo que requieren la conservación de los ecosistemas para fines de manejo de la vida silvestre, también conservan la función de estabilización de suelos que cumple la vegetación y, como resultado, los reservorios situados aguas abajo reciben menos sedimentos; las políticas de desarrollo que restringen la construcción en zonas de inundaciones naturales crean posibilidades de recreación y espacios verdes cerca de zonas urbanas y disminuyen la dependencia de costosas estructuras para el control de las inundaciones; o una eficiente ingeniería de sistemas transforma los desechos industriales en residuos que proveen materia prima para otras actividades de desarrollo. (Estudio de Casos de Manejo Ambiental, 1987)

3.3 Evaluación y Planificación Ambiental

3.3.1 Definición

La administración del medio ambiente es la evaluación, planificación, gestión o manejo ambiental de una forma adecuada tratando de dañar lo menos posible al medio ambiente y dando una utilización racional a los recursos naturales

Es importante de forma inicial, realizar un estudio para posteriormente planificar hasta llegar al objetivo y gestionar, este estudio puede ser en un área grande o en un lugar más específico como una localidad en particular, puede ser una evaluación del impacto ambiental de cierta región. Es importante en la región incluir la opinión de la población con respecto al tema de interés, ya que ellos son los que están en forma directa están conviviendo día con día en la zona y están más sensibilizados en cuanto a las problemáticas. (SHVOONG, 2006).

3.3.2 Marco de Planificación

Ese estudio previo acerca de todas las condiciones del entorno conllevan a la definición del problema ambiental de modo que constituye las bases para poder establecer un marco de planificación adecuado que según Soares, L, contempla aspectos como:

- a. **La definición de área y el periodo de planificación:** se toman en cuenta aspectos como la geografía, demografía y economía de la región. Es importante tomar en cuenta la ubicación de lugares comunes de tratamiento de los residuos, además de aspectos de crecimiento o decrecimiento poblacional y la disponibilidad actual y proyectada de recursos financieros para proporcionar el servicio de recolección y aseo.
- b. **La selección de los tipos de residuos a considerar:** se debe incluir dentro del plan todos los residuos sólidos que se generan en el lugar. De éste modo se puede establecer apropiadamente el tipo de manejo que requiere cada uno así como sus diferentes responsabilidades legales.
- c. **Establecimiento del nivel de servicio:** para el manejo de residuos sólidos se requiere de una definición anticipada de los niveles de servicio que se desean alcanzar en los distintos periodos de tiempo u horizontes de planificación (corto,

mediano, largo plazo) Es importante establecer la calidad del servicio. Aspectos importantes son: la cobertura y frecuencia de recolección de residuos, el volumen de residuos que se dispondrá y el volumen de residuos que requerirán tratamiento. Un aspecto importante a considerar es la factibilidad financiera del proyecto.

- d. **Formulación de objetivos y metas:** la definición del problema y el establecimiento de los niveles de servicio sirven para formular los objetivos y metas del plan. Debe existir una correspondencia lógica y directa entre los problemas y potencialidades clave detectados y los objetivos y metas.

Estos objetivos y metas deben ser formulados y evaluados de un modo participativo a través del grupo de trabajo o de interés en el plan.

3.3.3 Consideraciones importantes

Además es importante tomar en cuenta la participación del gobierno ya que éste es quien aplica la legislación, aunque se debe considerar que ésta participación debe de ser balanceada buscando ante todo el beneficio de la localidad o proyecto. (SHVOONG, 2006).

La planificación ambiental es cuanto se intenta concretar, se deben de tomar en cuenta los recursos naturales utilizando adecuadamente el medio ambiente, y se deben de considerar además los impactos que se puedan tener ya que la sociedad- naturaleza condiciona las características del medio ambiente.

Es importante planificar de acuerdo a lo que se haya evaluado y sea lo mejor para el medio ambiente con el menor daño posible a la naturaleza y al sistema social. En un plan ambiental se deben de considerar todas las interacciones que haya con los elementos en un medio ambiente, y debe de contener recomendaciones para que el consumo y la tecnología

sean las adecuadas y no contribuyan a disminuir nuestros recursos naturales. Debe de incluir una evaluación ambiental, donde haya objetivos, estrategias para alcanzarlos y recomendaciones. Dentro de todo éste marco, la gestión es esencial para la administración del medio ambiente ya que ayuda en la formulación de acciones, maniobras y plazos que permitan tener un panorama más completo para la posterior toma de decisiones. (SHVOONG, 2006)

La planificación como tal, tiene además una ventaja inmensa sobre los esfuerzos para resolver conflictos porque, en muchas formas, la planificación es un ejercicio, y para participar en él se requiere de una gran cooperación de las partes de interés. Dentro de este contexto, los individuos que integran un equipo de planificación se comprometen mutuamente a aceptar las reglas y los procedimientos que pueden controlarse. Es decir, Las diversas partes operan con un razonamiento similar; puede inducirseles fácilmente a concentrarse en criterios en vez de posiciones, y cada una puede insistir en que los criterios de evaluación sean objetivos. El resultado es la oportunidad de inventar opciones para la resolución de conflictos que representen un beneficio mutuo. (Estudio de Casos de Manejo Ambiental, 1987)

3.4 Análisis del Ciclo de Vida

3.4.1 Definición

“El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad”. (Compraverde s.f)

Consiste propiamente en realizar un balance material y energético del sistema estudiado, así se determinan las entradas y salidas del sistema para posteriormente ser estudiados y analizados para determinados para identificar y evaluar los diferentes impactos ambientales que se pueden causar. Es importante tomar en cuenta cada una de las etapas del producto,

proceso o actividad, conocer a fondo cada aspecto, influencia, característica, riesgo, personal involucrado, entre otros.

3.4.2 Ventajas

Este conocimiento trae consigo muchas ventajas, entre las cuales Compraverde (s.f) establece:

- El adecuado cumplimiento de la legislación ambiental vigente.
- Tener la capacidad de reaccionar con rapidez ante cualquier asunto de interés ambiental como lo es alguna nueva normativa a seguir.
- Obtención de información certera y oportuna para la realización de diferentes informes o documentos ambientales.
- Tener a un público informado y al mismo equipo de trabajo sobre el funcionamiento del sistema en cualquier etapa de éste.
- Dar imagen y marketing ambiental.

El Análisis del Ciclo de Vida no tiene una metodología fija ya que dependerá sobremanera de la actividad enfrentada. Por lo tanto es importante saber identificar aquellos aspectos de gran relevancia que requieren de mayor observación y control.

Éste método sugiere de un gran dinamismo en donde se establece la integración de un equipo de trabajo que pueda a lo largo de la realización de la actividad y durante su estudio ir modificando y mejorando el sistema. (Compraverde s.f)

3.5 Residuos Sólidos

3.5.1 Generalidades

Dentro de este ámbito, es de gran preocupación el manejo de los residuos sólidos y es por esto que se establece que *“El desarrollo de una gestión de desechos compatible con el medio ambiente a nivel regional, nacional y global constituye para los responsables en los países industrializados y en vías de desarrollo uno de los grandes retos de la actualidad que tenemos que enfrentar si queremos que nuestro planeta ofrezca un entorno digno de vivir a las futuras generaciones”*. (R. Cardona, E.Deutscher, G. Villalobos, 1997),

Con lo anterior se establece la importancia en orientar todos los esfuerzos hacia la conservación del medio ambiente, dando un adecuado manejo a los residuos generados, ya que de este modo, se podrá evitar un desequilibrio ecológico que desencadene en el futuro grandes consecuencias negativas para el ser humano.

Según el Estado de la Nación en Costa Rica del año 2008 persiste el modelo de manejo de residuos sólidos (RS) imperante en los años setentas, que consistía en recolectar en forma indiscriminada los materiales, transportarlos y verterlos en rellenos sanitarios en el mejor de los casos, o bien en botaderos o vertederos. A la fecha el sector Municipal aún no logra resolver los problemas de recolección y tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios (RSD), siendo esta una deuda pendiente desde más de quince años.

Además expresa que la inadecuada gestión de los RSD está provocando en el país la reaparición de enfermedades como la leptospirosis (enfermedad infecto-contagiosa de origen bacteriano), la contaminación de las aguas subterráneas con materiales tóxicos, el aumento de emergencias en periodos de alta precipitación debido a los estrangulamientos de drenajes con basura, la contaminación visual y paisajística de los sitios de vertido, daños a los ecosistemas aledaños a los sitios de vertido y finalmente la descomposición de la

materia biodegradable en sistemas anaerobios que se sabe va a generar gases con efecto invernadero con un potencial calentamiento de 56 veces mayor al de carbono.

3.5.2 Definición

“Los residuos sólidos son todos los residuos 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.” (G. Tchobanoglous, H. Theissen, R.Eliassen, 1999)

La relación entre salud pública y el almacenamiento, recolección y disposición inadecuados de desechos sólidos es muy clara. Autoridades de Salud Pública han demostrado que las ratas, moscas y otros vectores de enfermedades procrean en botaderos a campo abierto, lo mismo que en viviendas pobremente construidas o mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de alimentos, y en muchos otros lugares donde hay alimento y albergue disponible para las ratas y los insectos asociados con ellas. El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio que señala la relación de veintidós enfermedades humanas al manejo impropio de desechos sólidos.

Los impactos ecológicos, tales como polución del agua y el aire, también han sido atribuidos a manejo impropio de los desechos sólidos. Por ejemplo, líquido de botaderos y rellenos pobremente diseñados y operados han contaminado aguas superficiales y subterráneas. La capacidad de la naturaleza para diluir, dispersar, degradar, absorber, o disponer de otra manera de sus residuos indeseados en la atmósfera, en los cursos de agua, y sobre el suelo es bien conocida, los seres humanos no pueden exceder esta capacidad natural para la disposición de sus desechos indeseables o se impondrá un desequilibrio ecológico sobre la biósfera. (G. Tchobanoglous, H. Theissen, R.Eliassen, 1999)

3.5.3 Elementos funcionales de un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos.

Generación

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio campo de actividades, conforme aumentan las poblaciones y sus actividades, también se incrementa fuertemente la generación de residuos sólidos. Por lo tanto en los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente. (Revista Ambientum, 2003)

Recolección y transporte

Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si acumula lodos u otros residuos del material transportado. (Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente, 2001)

Tratamiento y Transformación

El tratamiento además de la transformación incluye inicialmente la selección de los diferentes residuos clasificándolos y aplicando las tecnologías apropiadas según sea el tipo de residuo. Según el fin para lo cual se desea dicho residuo, se lleva a cabo el proceso adecuado. Existen muchos residuos que antes de ser llevados a su destino requieren de picado, troceado, aplaste o empaque. (Revista Ambientum, 2003)

Transferencia y Transporte

Es la operación que permite que todos los residuos tratados sean llevados a su lugar de destino. Es importante tener un control adecuado tanto sobre el vehículo para que cumpla

con las condiciones necesarias para llevar los residuos, así como en el cuidado de la técnica de transporte ya que puede que una mala operación del vehículo conlleve a una mayor contaminación por derrames en las vías-(Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente, 2001)

Disposición Final:

Es aquel lugar o región en donde los residuos han sido llevados para su disposición final. La forma y tipo del residuo determina en gran parte donde la disposición será permitida. (Guzmán, 2007)

3.5.4 Parámetros importantes para el estudio de los Residuos Sólidos y la planificación de su manejo.

Existen un conjunto de elementos importantes ligados a los Residuos Sólidos que permiten tener un panorama más claro sobre como planificar su tratamiento según sea el tipo de residuo.

A continuación según Guzmán, 2007 se mencionan algunos de esos elementos o parámetros importantes a considerar así como su importancia dentro de marco de Gestión Ambiental.

- a. **Tasa de Generación:** es la cantidad de residuos sólidos generados diariamente por habitante o por una unidad de producción en un tiempo específico. Este parámetro es de gran importancia para todo estudio de Gestión Ambiental, especialmente a la hora de dimensionar algún tipo de espacio, instalación o equipo.

- b. **Composición Física:** son los porcentajes de las fracciones de residuos sólidos sea cartón, papel, madera, cuero, plástico, materia orgánica, chatarra, vidrio, entre otros. Este parámetro permite medir el aprovechamiento de cada una de las fracciones.

- c. **Densidad Aparente:** es la relación existente entre la cantidad de masa y el volumen de los Residuos Sólidos que sirve para determinar la capacidad volumétrica de los medios de recolección, transporte y disposición final de los residuos.

- d. **Humedad:** es la cantidad de agua contenida en los residuos sólidos. Este tipo de análisis además del valor calórico y la densidad son muy importantes a la hora de determinar qué tipo de tratamiento y en qué condiciones es mejor someter a los residuos sólidos.

- e. **Composición Química:** Es el contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Sulfuro y Carbón, la relación C/N, pH y sólidos volátiles.

- f. **Materia Orgánica:** es la cantidad de materia orgánica contenida en los Residuos Sólidos. Con este tipo de parámetro se puede considerar la implementación de un Sistema de Tratamiento de Compostaje para dicha materia Orgánica. La materia orgánica es por lo general uno de los valores mayormente encontrados dentro de la composición de los Residuos Sólidos, por lo cual se convierte en una fracción muy importante a tratar. (Guzmán, 2007)

3.5.5 Efectos de los Residuos Sólidos

3.5.5.1 Efectos en el aire:

Cuando se pudren o se descomponen los residuos orgánicos de la basura se llegan a desprender gases tipo invernadero, entre ellos están:

- Metano (CH₄). Proviene de la descomposición de la materia orgánica por acción de bacterias; se genera en los rellenos sanitarios; es producto de la quema de basura, de la excreción de animales y también proviene del uso de estufas y calentadores.

- Óxido nitroso (N₂O). Se libera por el excesivo uso de fertilizantes; está presente en desechos orgánicos de animales; su evaporación proviene de aguas contaminadas con nitratos y también llega al aire por la putrefacción y la quema de basura orgánica.

- Dióxido de carbono (CO₂). Es el gas más abundante y el que más daños ocasiona, pues además de su toxicidad, permanece en la atmósfera cerca de quinientos años. Las principales fuentes de generación son: la combustión de petróleo y sus derivados, quema de basura, tala inmoderada, falta de cubierta forestal y la descomposición de materia orgánica.

Estos gases tipos invernadero contribuyen a atrapar el calor generado por los rayos solares en la atmósfera, en un proceso conocido como efecto invernadero. Ese fenómeno contribuye a los cambios climáticos que se presentan actualmente y pueden ser más drásticos que los ocurridos en los últimos cien años. Todos los gases tipo invernadero son componentes naturales de la atmósfera, pero el problema reside en la elevada concentración de los mismos que hace imposible removerlos de la atmósfera de forma natural. (P. Guajardo, S. Vásquez, J. Calderón, 2008).

3.5.5.2 Efectos en el agua:

La contaminación del agua, se debe en gran medida a las diversas actividades industriales, las prácticas agrícolas y ganaderas, así como a los residuos domésticos y que al verterse en ella modifican su composición química haciéndola inadecuada para el consumo, riego o para la vida de muchos organismos.

Al depositar basura sólida orgánica en el agua, ésta atrae a un gran número de bacterias y protozoarios que se alimentan con esos desechos, su actividad aumenta su reproducción a gran escala, y con ello crece exageradamente su población, en consecuencia consumen un mayor volumen del oxígeno disuelto en el agua; causando la muerte de muchos peces al no tener ese elemento indispensable para realizar el proceso respiratorio.

Sin embargo, las bacterias no se afectan porque muchas especies pueden realizar la respiración sin la presencia de oxígeno, es decir, de forma anaerobia. Ese proceso conocido como fermentación ocasiona que el agua se vuelva turbia, que despidan olores fétidos por la presencia de ácido sulfhídrico y metano (productos de la fermentación), y originará la muerte de muchos peces y demás seres vivos. (P. Guajardo, S. Vásquez, J. Calderón, 2008).

En el agua también ocurre la putrefacción de materia orgánica. Con este término se designa la descomposición de proteínas, que es un proceso similar a la fermentación. Las algas, por otra parte, también aprovechan la presencia de basura orgánica para aumentar su tasa de reproducción y se vuelven tan abundantes que impiden el desarrollo de otros seres vivos. (P. Guajardo, S. Vásquez, J. Calderón, 2008).

3.5.5.3 Efectos escénicos

La contaminación visual es un tipo de contaminación que parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización de sitio alguno o rompan la estética de una zona o paisaje, y que puede incluso llegar a afectar a la salud de los individuos o zona donde se produzca el impacto ambiental. (P. Guajardo, S. Vásquez, J. Calderón, 2008).

3.6 Residuos de Materia Orgánica

3.6.1 Definición

Los residuos de materia orgánica son aquellos compuestos formados por restos animales o vegetales o la combinación de ambos. Dichos restos son de fácil descomposición o degradación generando grandes cantidades de lixiviados. (Definición.de, 2008)

3.6.2 Aspectos importantes

El nivel de consumo de las sociedades actuales ha incrementado la producción de desechos orgánicos, que de no procesarse adecuadamente aumenta el riesgo de contaminación al hombre y el medio ambiente. Sólo la provincia de Limón, produce 0,65 kilogramos de residuos sólidos por día por persona, en dónde solamente el 67% de ellos son recolectados. (Estado de la Nación, 2007)

La mayor cantidad de residuos generada por los seres humanos en sus diferentes actividades corresponden en su gran mayoría (más de un 40%) a materias orgánicas. La materia orgánica del residuo en un vertedero inicia su descomposición con una etapa de hidrólisis que libera gran cantidad de líquidos lixiviados, lo que se suma a la posible agua de lluvia que ingresa a los residuos ante manejo inadecuados. (SciELO, 2006)

A causa del proceso de descomposición anaeróbica que se produce dentro de un enterramiento controlado se generan gases de “efecto invernadero”, como el caso del metano por lo que se debe evitar su ventilación en la atmósfera sin quemarse por lo menos. Esto determina que obligatoriamente se deba recolectarlos mediante la colocación de chimeneas. Como no es posible recolectar los gases en su totalidad; se genera un impacto permanente para el ambiente a causa de este tipo de gestión de residuos. (SciELO, 2006)

Tal circunstancia determina que sea muy deseable como objetivo de gestión ambiental recuperar la materia orgánica y evitar que se envíe a un relleno sanitario o vertedero.

La materia orgánica recuperada, por su característica biodegradable, puede tratarse en forma aeróbica obteniéndose un Sistema de Compostaje o alternativamente digerirse anaeróbicamente en un biodigestor y recuperar energía: biogás combustible. (Groppelli. E, 2008)

Se establece que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos; por su parte, se encontró que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en potasio y azufre, mientras que los suelos fertilizados con compost tienen un mayor contenido de carbono, calcio, magnesio, manganeso, cobre y zinc. (Sciolo, 2006)

3.7 Sistemas de Compostaje aeróbicos

3.7.1 Descripción del Sistema

El compostaje y sus aplicaciones o técnicas, van a ir en función del tipo de tecnología a utilizar, así como de las características deseables en el producto final así como el uso que se le dará al compost como abono orgánico.

Las tecnologías utilizadas pueden ser desde las llamadas tecnologías mínimas o sencillas (como las pilas de compost) hasta el compostaje en reactores controlados, el cual es un sistema más sofisticado e integral.

Adicionalmente, es importante recordar que los costos de inversión y operación también van en función a la tecnología a utilizar, siendo usualmente las tecnologías más complejas relativamente más caras en cuanto a inversión y mantenimiento, aunque no se puede negar que éstas más complejas controlan de mejor manera el proceso, esto especialmente para el

mejor control de olores emanantes del sistema y la liberación y producción de lixiviados para así obtener un producto final más uniforme y de mejor calidad según sea su fin. (G. Remus, 2004)

El compostaje, según G. Remus, 2004 como producto, tiene valor desde tres puntos de vista diferentes:

1. Como fertilizante, es decir por su contenido de macro y micronutrientes.
2. Como acondicionador de suelos, por su contenido de materia orgánica en forma de humus.
3. Como supresor de fitoenfermedades, por su contenido y variedad de microorganismos.

Además el compostaje por ser un proceso exotérmico (es decir, un proceso generador de calor) tiene la capacidad de pasteurizar la materia orgánica, es decir, en un proceso de compostaje adecuadamente controlado se puede reducir la cantidad de microorganismos patógenos (específicamente coliformes, salmonella) a un mínimo, lo cual es una condición necesaria para efectos de la cantidad de materia orgánica estable (humus). Además es importante considerar y controlar la presencia de contaminantes (pedazos de vidrio, plástico, concentración de metales pesados) y el porcentaje de macronutrientes (NPK).

Idealmente un compost de alta calidad debería tener un alto porcentaje de macronutrientes (usualmente un NPK mínimo de 1-0.5) y un mínimo o la no presencia de contaminantes. Los compost bajos en nutrientes y con mucha contaminación como el alto porcentaje de no putrescibles o metales pesados, es decir de baja calidad, usualmente se utilizan como recubrimiento diario en los “rellenos sanitarios o vertederos”, con lo que los nutrientes y la materia orgánica puede terminar siempre en los basureros, aunque en distintas condiciones menos perjudiciales. (G. Remus, 2004)

“Por otro lado, los compost de buena calidad se utilizan en agricultura, reforestación, horticultura, jardinería, como recubrimiento (mulch) de suelos cultivados, para propagación y siembra en macetas (invernaderos), parques, tierras de pastoreo, entre otros. Estos últimos son los usos ideales del compost, pues de esa manera la materia orgánica tomada del suelo (en forma de productos vegetales y animales) retorna al suelo, con lo que se puede decir que hay un “reciclaje” de materia orgánica”. (G. Remus, 2004)

Es recomendable que las composteras sean construidas sobre la superficie del suelo ya que es más fácil y sencillo su construcción y utilización, además las dimensiones más recomendadas son: un ancho de mínimo un metro o máximo dos metros y medio, la altura debe ser desde un metro hasta metro y medio, y por último se encuentra el largo de la cama que va a depender de las dimensiones de área en la que se instalaría el sistema de compostaje. (Asociación de Municipios de Nicaragua, s.f)

3.7.2 Materias primas del Compostaje

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

- **Restos de cosechas:** Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, entre otros son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, son menos ricos en nitrógeno.
- **Las ramas de poda de los frutales:** es muy importante triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- **Hojas:** las hojas pueden tardar de seis meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

- **Restos urbanos:** se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de frutas y hortalizas, restos de animales de mataderos, en general restos de comida del hogar.
- **Estiércol animal:** se destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- **Complementos minerales:** son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras.
- **Algas:** también pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

3.7.3 Etapas del Sistema de Compostaje

El compostaje aeróbico, se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C), y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Las elevadas temperaturas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de las pilas de compostaje y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. (Rodríguez M, 2005)

Se debe distinguir en una pila o camellón dos regiones o zonas:

- La zona central o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes.
- La corteza o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza, no obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. A los efectos prácticos y utilizando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, según Rodríguez M, 2005 se pueden diferenciar las siguientes etapas:

3.7.3.1 Etapa de latencia: *“es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial”*. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida.

La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores. Si son correctos: el balance C/N, el pH y la concentración parcial de Oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas.

3.7.3.2 Etapa mesotérmica número uno (10-40°C): *“en esta etapa, se destacan las fermentaciones acultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos”*. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de azufre, fósforo, entre otros.

La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los camellones de compostaje. La etapa mesotérmica es particularmente sensible a los factores humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos.

3.7.3.3 Etapa termogénica (40-75°C): *“la microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas”*. Normalmente en esta etapa, se eliminan

todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables.

Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas.

Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.

3.7.3.4 Etapa mesotérmica 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. *“Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las parvas”*. Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración, la temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura del ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por terminado el proceso de compostaje.

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en el sistema de compostaje, por lo tanto es necesario, remover las pilas de material en proceso, es decir moverlas, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y re conformaciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descritas anteriormente, se presentan por lo general más de una vez.

3.7.4 Estrategias de éxito para el Sistema de Compostaje

Existen un conjunto de estrategias o parámetros importantes aplicados en varios países de Europa que promueven el éxito de un sistema de compostaje. Según G, Remus, 1997, estas estrategias son:

- a. **Separación en el origen:** ésta es una de las estrategias más importantes en cualquier sistema de reciclaje ya que consiste en la separación adecuada de todos los residuos de la zona de interés, entre aquellos putrescibles (residuos orgánicos) y los no putrescibles. La separación es de suma importancia ya que evita el contacto y mezcla de residuos indeseables en el proceso.
- b. **Campañas educativas y de participación pública:** permite en forma directa involucrar a toda la comunidad o personas interesadas en el proceso ya que a su vez son generadores de residuos. De éste modo se puede dar un inicio en la creación de consciencia en donde se eduque hacia una menor generación de residuos así como su debida utilización o tratamiento. Además, es una forma de fortalecer el proyecto al dar pie a la formación de personas interesadas y entusiasmadas en colaborar con la causa.
- c. **Ensayos Graduales:** Los programas más exitosos, han comenzado como experimentos en sectores pequeños de las ciudades. Al hacer estos ensayos a nivel “micro” se puede ir aprendiendo de la experiencia y se pueden hacer correcciones sin mayor impacto en el aspecto económico, ambiental y de credibilidad. Al encontrarse la combinación correcta puede darse pie a la estrategia de educación/participación pública, pre y post procesamiento, así como estrategia de mercadeo adecuada. Este tipo de pruebas a nivel “micro” requieren de una menor inversión, proceso, mantenimiento, control y evaluación en el sistema.
- d. **Establecimiento de Sitios de Demostración:** es importante, establecer zonas de demostración en donde personas ligadas y externas al proyecto puedan empaparse

del proyecto en sí y del funcionamiento del sistema y sus aplicaciones y ventajas ya que permite dar mayor confiabilidad y credibilidad en el proyecto como tal, generando así mayor apoyo y expansión de información. Las personas así tienen la oportunidad de demostrar y percibir el resultado directo de su trabajo y empeño.

- e. **Incentivos:** es importante, contar con un personal capacitado además de incentivado en su labor; personas contentas involucra de forma directa un mejor desempeño y mejores resultados antes proyectos desafiantes. Cuando las cosas salen mejor de lo esperado o cuando se cumplen las metas según lo propuesto, es importante hacer notar que el personal fue la causante directa de ese logro en el proyecto.

3.7.5 Parámetros de Control

Dado que el sistema de compostaje es un proceso principalmente de descomposición aeróbica, es que las prácticas de manejo se convierten en la técnica más importante para generar las condiciones idóneas para el establecimiento y desarrollo de los microorganismos requeridos. Sin embargo existen un conjunto de factores también importantes que inciden en forma directa en la evolución del proceso y sobre la calidad del producto final. Los principales factores según Rodríguez M, 2005 son:

- a. **Relación Carbono-Nitrógeno:** esta relación expresa las cantidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Por lo tanto los materiales con relativo alto contenido en carbono deben mezclarse con materiales con relativo alto contenido en nitrógeno y viceversa.

- b. **Estructura y Tamaño de los Residuos:** numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje (como las excretas), otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. En este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es pobre, cuando se presenta una situación de este tipo, debemos mezclar estos residuos con otros de diferente estabilidad estructural, de forma tal que aumente la superficie de contacto. Una opción sería la mezcla de estos restos de poda con excretas en proporciones tales que aseguremos una buena relación C/N de entrada.
- c. **Humedad:** si la humedad inicial de los residuos crudos es superior a un 50%, necesariamente debemos buscar la forma de que el material pierda humedad, antes de conformar las pilas o camellones. Este procedimiento, podemos realizarlo extendiendo el material en capas delgadas para que pierda humedad por evaporación natural, o bien mezclándolo con materiales secos, procurando mantener siempre una adecuada relación C/N.

Humedades superiores a un valor de 60% producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento. La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila.

- d. **El pH:** Conviene que el compost sea lo más neutro posible, porque los microorganismos responsables de la descomposición de los restos orgánicos no toleran valores muy alejados del siete. Si esto se produjese, el proceso de compostaje se detendría o se ralentizaría notablemente. Sin embargo también se toleran valores acercados a un pH ácido (de 5,5 a 8).

El control del pH es importante ya que permite seguir el proceso de descomposición de la materia. Durante las primeras etapas de la descomposición ácidos orgánicos son formados.

A medida que avanza el compostaje, los ácidos orgánicos se neutralizan, y el compost maduro generalmente tiene un pH entre seis y ocho. Si las condiciones anaeróbicas se desarrollan durante el compostaje, los ácidos orgánicos pueden acumularse en vez de romperse. De ese modo, la aireación o la mezcla en el sistema, debe reducir esta acidez. Adicionar cal no es recomendado ya que ésta causa nitrógeno de amonio que será liberado a la atmósfera como gas amoniaco, lo cual genera malos olores y desaprovecha el nitrógeno que es mejor utilizarlo en las plantas.

Es importante considerar, que al tomar las muestras de pH en el compostaje, la mezcla tendrá un comportamiento heterogéneo, por lo que se debe determinar el pH en diferentes puntos de la misma.

- e. **Aireación:** la aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico. Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas. En la práctica, esta situación se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre SH₂) o fuerte olor a amoniaco producto de la amonificación. En una masa en compostaje con una adecuada C/N, estas condiciones de anaerobiosis se producen por exceso de humedad o bien por una excesiva compactación del material. En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a suspender los riegos y a la remoción del material

3.8 Tipo de Tratamiento para Residuos Sólidos: compostaje con microorganismos eficientes

3.8.1 Origen

La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinagua, Japón.

Estudiando las funciones individuales de los diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba justamente en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, re desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada actualmente en más de ochenta países del mundo.

El Doctor Higa donó al mundo la tecnología EM y además creó a EMRO (EM Research Organization), la cual es una organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación a nivel mundial. (EM. Microorganismos Eficientes, 2009)

3.8.2 Definición

“EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros”. (EM. Microorganismos Eficientes, 2009)

Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. (EM. Microorganismos Eficientes, 2009)

3.8.3 Modo de acción de los EM

Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello, su funcionamiento y desarrollo.

Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

“Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos”. (EM. Microorganismos Eficaces, 2009)

3.8.4 Tipos de microorganismos

Los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son:

Bacterias Fototróficas:

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones naturales de las plantas, microorganismos y gases nocivos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía primordial.

Las sustancias generadas son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los metabolitos son absorbidos por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficaces.

Bacterias Ácido Lácticas:

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por las bacterias fototróficas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementan la rápida descomposición de la materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Levaduras:

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para EM como bacterias ácido lácticas y actinomicetos. (EM. Microorganismos Eficaces, 2009)

Aplicaciones de los Microorganismos Eficaces:

3.8.5 Manejo de Residuos Orgánicos Sólidos:

Los microorganismos eficientes son de vital importancia en el tratamiento de residuos orgánicos sólidos ya que promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacales y mercaptanos). Además se evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que éstas no encuentran un medio adecuado y atractivo para su desarrollo.

Posteriormente tiene como otra ventaja incrementar la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Durante el proceso de fermentación, se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.

En el tratamiento de los residuos orgánicos el EM acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional.

Y por último, elimina microorganismos patógenos en el material compostado, por efecto de las altas temperaturas generadas en los núcleos de las pilas, que alcanzan los 70°C. La mayoría de este tipo de microorganismos perecen de los 40-50°C. (EM, Microorganismos Eficientes, 2007)

3.8.6 Asesoría Ambiental

La Asesoría Ambiental se define como “*un servicio competente de consulta, cooperación, intermediación y conceptualización en materia de protección ambiental y desempeña un papel activo y comprometido en los procesos de toma de decisión*”. (R. Cardona, E.Deutscher, G. Villalobos, 1997)

También está obligada a impulsar una política ambiental y actúa con competencia y compromiso como promotor e instrumento decisivo a favor de la implementación de una política y protección ambiental preventiva.

Esta institución, tiene sus orígenes en los años ochenta en Alemania, en donde sus habitantes fueron quienes tuvieron una creciente conciencia ecológica en donde reconocieron cada vez más, la necesidad de orientar sus acciones de manera compatible con el ambiente.

En nuestros tiempos, los medios de comunicación han jugado un papel importante en la creación de una opinión pública que adquiere una mayor consciencia de la gravedad de la problemática ambiental en el caso específico del agotamiento de la capa de ozono.

Entre las múltiples respuestas ante esta modificación de conciencia desde el punto de vista de R. Cardona, E. Deutscher, G. Villalobos se encuentran:

- En el ámbito de la legislación se exigen controles ambientales más rigurosos y normas técnicas más exigentes desde el punto de vista ecológico.
- Agentes económicos e instituciones de la sociedad se ven obligados a tomar posiciones claras y a actuar consecuentemente.
- Se analiza con más profundidad la responsabilidad del Estado, los agentes económicos y la sociedad, en general, frente a los problemas ambientales.
- Dado el elevado impacto negativo que tienen los hogares sobre el medio ambiente, se enfatiza en el llamado a la responsabilidad ecológica de los ciudadanos, su disposición y participación en acciones en pro de la protección del medio ambiente.

3.9 Términos importantes para la comprensión del documento

3.9.1 Aprovechamiento de los residuos:

Es el conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.2 Compost:

“Resultado del proceso de destrucción y consumo de los almidones, proteínas y grasas contenidas en la materia orgánica, en presencia de oxígeno para transformarla en una especie de abono”. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.3 Contaminación Ambiental:

“El agregado de materiales y energías residuales al entorno que provocan directa o indirectamente una pérdida reversible o irreversible de la condición normal de los ecosistemas y de sus componentes en general, traducida en consecuencias sanitarias, estéticas, recreacionales, económicas y ecológicas negativas e indeseables”. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.4 Desarrollo Humano Sostenible:

El desarrollo sostenible es un proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social, la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo que se sustentan en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.5 Desecho:

“Residuo que no tiene uso para otros y por tanto, solo puede ser eliminado mediante almacenamiento o destrucción”. (CYMA; 2006)

3.9.6 Disposición Final:

Es la acción de depositar, incinerar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.7 Generación:

Es la acción de producir residuos por medio del desarrollo de procesos productivos o de consumo. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.8 Humus:

Es un producto que resulta de la desintegración de materia orgánica (cuerpo de animales y vegetales) logrando de esta manera la fertilización de los suelos (The free dictionary, 2010)

3.9.9 Lixiviado:

Es el líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y del medio ambiente. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.10 Manejo Integral:

Son las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.11 Plan de Manejo:

Es el instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos ordinarios, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.12 Planificación ambiental:

“Es la recopilación, organización y procesamiento de la información para facilitar la toma de decisiones que dan solución total o parcial a problemas definidos por funciones o necesidades ambientales específicas, asegurando que las componentes ambientales que se estudien sean las relacionadas con el problema analizado y que los vínculos de la función analizada con otras funciones, sean conocidos por el ente a la persona responsable de la toma de decisiones”. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.13 Producción Más Limpia:

Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a humanos y el medio ambiente. (Ley General de Residuos, 2005).

3.9.14 Residuo:

“Materia o material que, por usado o por cualquier otra razón, no sirve para quien la ha utilizado y/o es remanente del proceso de uso”. (CYMA, 2006)

3.9.15 Responsabilidad Social Empresarial:

“Trata de una forma de gestionar la empresa teniendo en cuenta los objetivos económicos de la misma compatibilizando los mismos con los impactos sociales y medioambientales, además es la respuesta comercial ante la necesidad de un desarrollo sostenible que proteja el medio ambiente y a las comunidades sin descuidar los temas económicos”. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.16 Riesgo Ambiental:

“Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente al medio ambiente. Peligro (latente) ambiental al que puedan estar sometidos los seres humanos en función de la probabilidad de ocurrencia y severidad del daño”. (Ecoportal.net, 2010).

3.9.17 Tratamiento:

Son procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad. (Ley General de Residuos, 2005).

CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA.

4.1 Definición del Enfoque de Investigación

La investigación realizada en la Comunidad de Tortuguero, posee un enfoque mixto, en donde se presenta tanto el enfoque cuantitativo como el enfoque cualitativo. Desde el punto de vista cuantitativo, se realizó a lo largo de la investigación, una recolección de datos, a raíz de los cuales se permitió hacer el análisis correspondiente para la generación de respuestas que puedan sustentar la propuesta de compostaje, además de hacer uso de métodos estadísticos para la representación y comportamiento de datos. Por otra parte, el enfoque cualitativo estableció investigaciones de carácter inductivo que explora y describe para la generación de perspectivas teóricas que abogaron por alternativas factibles para la comunidad de Tortuguero.

4.2 Definición del Tipo de Investigación

En cuanto al tipo de la investigación, se contemplaron dos alcances o estudios importantes: el exploratorio y el descriptivo. El estudio exploratorio, examina un tema o problema de investigación poco estudiado y que posee varias dudas de distinto índole. Por su parte, el estudio descriptivo especificó las propiedades, características, y el perfil de la comunidad de Tortuguero sometiéndola a un análisis.

4.3 Población de interés.

La población de interés es la Comunidad de Tortuguero, la cual se encuentra situada en la costa del Caribe de la provincia de Limón en Costa Rica. Es una zona de gran importancia por sus remanentes de Bosque Tropical Muy Húmedo con gran actividad turística.

Dicha comunidad cuenta con una población total de 1200 habitantes en donde predominan personas afro caribeñas y nicaragüenses, dado su cercanía con el país vecino.

Tortuguero es una de las zonas más lluviosas del país, con una precipitación entre 5.000 y 6.000 mm al año. Se pudo distinguir dos tipos de lluvias: los aguaceros locales de corta duración que son los más frecuentes, y los característicos temporales del Caribe que se prolongan hasta quince días. Estos últimos son causados por los vientos alisios del norte y noroeste.

4.4 Descripciones según Objetivos Específicos

A continuación se presenta el tipo de fuente, diagnóstico y proceso de análisis para cada objetivo específico del proyecto de investigación, lo anterior con el fin de lograr una mayor comprensión de los pasos a tomar para el cumplimiento efectivo del objetivo general planteado.

4.4.1 Objetivo específico 1.

Diseñar los registros apropiados que permitan llevar un control de datos sobre las cantidades de residuos sólidos biodegradables de origen orgánico manejados en el centro de acopio.

4.4.1.1 Tipo de fuente

En la realización de éste objetivo específico se requirió de fuentes secundarias que brindaron información confiable sobre la elaboración de registros que permitan llevar un control adecuado sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio.

4.4.1.2 Diagnóstico y Análisis

Se debió establecer el tipo adecuado de registro a elaborar. Además fue importante analizar cual mecanismo de registro de datos es el más oportuno según la necesidad del centro de acopio y además cual es el mejor método de archivo de la información.

4.4.1.3 Materiales Requeridos

Para la realización de este objetivo se requirió del siguiente apoyo:

- Equipo de Computación.
- Documentos informativos sobre la formulación de registros
- Datos sobre las cantidades de residuos manejados en el centro de acopio.
- Archivo para guardar la información.

4.4.2 Objetivo Específico 2

Cuantificar la cantidad de residuos sólidos biodegradables de origen orgánico manejados en el centro de acopio de la comunidad de Tortuguero en forma diaria.

4.4.2.1 Tipo de fuente

La fuente de información para el cumplimiento del objetivo dos fue primaria, ya que se requirió de la obtención de datos e información directa recolectada durante la realización del proyecto propiamente en el lugar de estudio. Es decir, cuantificar mediante el pesaje en kilogramos de las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio.

4.4.2.2 Diagnóstico y Análisis

Se establece el método adecuado para la recolección de información, se definen aspectos como la frecuencia, el equipo y el personal adecuado. Toda información recaudada es tabulada.

Posterior a la recolección de los datos, se utilizó una herramienta estadística para realizar una proyección de los mismos para su posterior análisis. Así mismo, según el comportamiento de los datos, se realizó un pronóstico estacional con regresión lineal.

Fue importante definir el punto máximo de cantidad de residuos manejados en el centro de acopio de Tortuguero para estimar el tamaño de las instalaciones del sistema de compostaje. El cálculo de densidad permitió establecer la cantidad de camas requeridas para el compostaje.

4.4.2.3 Materiales Requeridos

Para el cumplimiento adecuado de este objetivo específico, fue necesario contar con:

- Balanza (mediciones en Kilogramos)
- Estañones o baldes.
- Guantes, tapa boca.
- Transporte en lancha.
- Equipo de Computación
- Herramienta estadística
- Personal de apoyo (trabajadores del centro de acopio y su dirigente Enrique Obando Vargas.)

4.4.3 Objetivo Específico 3

Comparar desde el punto de vista socio ambiental el compostaje propuesto para la generación de material monetario, bajo el concepto de desarrollo humano sostenible.

4.4.3.1 Tipo de fuente

Para el cumplimiento de este objetivo específico, fue preciso contar tanto con fuentes primarias y como con fuentes secundarias de información. Las fuentes primarias provinieron directamente del líder de la comunidad de Tortuguero, además de los colaboradores del centro de acopio o habitantes del pueblo. En cuanto a las fuentes secundarias, éstas fueron sustraídas de textos sobre estadísticas, reglamentos de interés ambiental en Costa Rica; además de estudios o evaluaciones ambientales.

4.4.3.2 Diagnóstico y Análisis

Se debió realizar un diagnóstico de la situación actual de la comunidad de Tortuguero, desde el punto de vista social y ambiental, para lo cual fue importante no sólo la visita a la zona para observar la situación, sino también tomar en cuenta las opiniones de todas aquellas personas del lugar que de forma o indirecta estuvieron involucrados en el proyecto del centro de acopio.

De este modo, mediante un análisis de la situación en general, se pudieron establecer las características trascendentales que determinaron las principales fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas y limitantes de la actividad actual. Además, debió de realizarse un diagnóstico que desde la perspectiva social y ambiental establezca las condiciones del tratamiento de compostaje propuesto.

Ya teniendo dichos análisis sobre los dos panoramas ya planteados, se realizó un cuadro comparativo sobre las condiciones de ambos. Se realizó un pequeño grupo focal, con diferentes personas expertas o que están involucradas directamente con el tema ambiental, de modo que en consenso se llegó a priorizar aquellos aspectos tanto sociales como ambientales de mayor impacto en la comunidad de Tortuguero.

4.4.3.3 Materiales Requeridos

Para la ejecución adecuada de este objetivo específico se requirió del siguiente apoyo:

- Transporte en lancha
- Equipo de Cómputo.
- Material de apoyo: metodologías de evaluación vigentes y otro material didáctico de estudio ambiental o administrativo.
- Consultas con personas especializadas en temas ambientales, administrativos u otros de interés.
- Personal de apoyo (trabajadores del centro de acopio y su dirigente el señor Enrique Obando V).

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y ANÁLISIS.

5.1 Aspectos Importantes.

Cuando se llevó a cabo la primera visita a la comunidad de Tortuguero, se coordinó una reunión entre la practicante Daniela Villegas, el profesor Randall Chávez junto con el profesor asesor de la práctica de especialidad Roel Campos, con la consultora ambiental del Grupo Pachira la señora Irma Pineda Solís y el coordinador del proyecto del centro de acopio de la comunidad de Tortuguero el señor Enrique Obando Vargas. En dicha reunión, se aclararon los intereses principales del proyecto así como sus limitantes y condiciones durante su realización.

Era fundamental que el proyecto se llevara a cabo desde una perspectiva ambiental y social, generando beneficios para ambas partes. De este modo se definió el interés del señor Enrique Obando Vargas en conocer la viabilidad de implementar un tratamiento de compostaje con los residuos sólidos orgánicos generados por la misma comunidad y separados en el centro de acopio.

Además, se realizaron visitas a diferentes puntos de interés como el centro de acopio de la comunidad de Tortuguero, los tres hoteles del Grupo Pachira y el terreno en donde se pretende instalar el tratamiento de compostaje. Dicho terreno tiene una extensión aproximada de dos hectáreas y es muy boscoso, por lo cual se pretende dar una ubicación tal al tratamiento, que afecte en un mínimo la vegetación y el corte de arboles sea casi nula.

Con base a lo anterior, se establecieron las bases del proyecto, en donde mediante la fijación de objetivos, metas e indicadores de cumplimiento se pretendió obtener resultados congruentes a las necesidades de la comunidad y la labor del centro de acopio,

Una de las principales personas involucradas que fueron de gran utilidad en el proyecto fue el señor don Enrique Obando Vargas, el cual es una persona de sesenta años que en busca

de un lugar tranquilo donde vivir con su esposa, decidió establecerse e iniciar un negocio propio en el pueblo de Tortuguero ya hace veinte años.

El señor Enrique Obando, al ser consciente de las grandes necesidades que presentaba la zona, decidió hacer algo al respecto y tratar de involucrarse un poco con la gente para buscar un beneficio en conjunto. Dentro de las mayores necesidades que observó Enrique, se encontraba el darle un adecuado destino a los residuos sólidos orgánicos que formaban parte de la basura de la comunidad, y por qué no, buscar un beneficio económico de por medio para poder hacer que la actividad como tal, fuese autosuficiente.

El señor Obando, tiene un negocio en el centro del pueblo de Tortuguero, en dónde vende todo tipo de recuerdos, manualidades u objetos alusivos a la región de Tortuguero, sus atractivos turísticos y sus bellezas naturales. En éste negocio además se ofrece a la comunidad, el servicio de pago para los recibos de agua, luz y recolección de basura ya que no se cuenta en el lugar con centros dedicados a la facturación y pago de estos servicios.

Además, se contó con la valiosa colaboración del señor Luis Sequeira Sequeira, el cual, es un trabajador del centro de acopio, contratado por la Municipalidad de Guápiles para realizar funciones varias como el manejo del cuadraciclo utilizado en la recolección de los residuos, mantenimiento del cuadraciclo, uso de la máquina compactadora, entre otras. El señor Luis Sequeira, es una de las personas más comprometidos con la causa del proyecto y además es el más consciente de los beneficios que trae el funcionamiento adecuado del centro de acopio para el pueblo mismo.

El señor Luis, asegura que mucho antes de la creación del centro de acopio, dado que la gente no tenía como disponer de forma adecuada con la basura, la enterraban a orillas de la playa de Tortuguero, práctica que aún tiene rastros, ya que en periodos de marea alta con gran oleaje, se puede observar como bastante basura emerge de la arena para contaminar la playa.

Por lo tanto, actualmente con la dirección del centro de acopio a cargo de Enrique Obando Vargas, es que se trata de dar un adecuado tratamiento a los residuos y seguir mejorando constantemente la actividad con el paso del tiempo. Logrando de esta forma ser ejemplo para otras zonas de nuestro país, que aún no saben qué hacer con toda la basura generada.

Para efectos de un mejor análisis y discusión del proyecto, se realiza de igual modo que con la metodología, una separación del capítulo según los objetivos específicos a cumplir. De este modo se establece de una forma más ordenada todos aquellos resultados obtenidos.

5.2 Resultados y Análisis según el Objetivo Específico 1

5.2.1 Información General del centro de acopio de la comunidad de Tortuguero.

El centro de acopio de la comunidad de Tortuguero, fue creado hace casi una década, en dónde según cuenta el señor Luis Sequeira una mala dirección y una falta de planificación por parte de las personas a cargo, impidieron el adecuado funcionamiento del lugar.

El señor Sequeira relata, que en años anteriores (hace más de cuatro años), las personas a cargo de la recolección de la basura de la zona, no daban un trato adecuado a la misma y la enterraban dentro del mismo centro de acopio posterior a su recolección, de modo que a la fecha, todavía se encuentran secuelas de aquella mala práctica cuando de la tierra salen restos de basura. Tiempo después, el señor Enrique Obando desde aproximadamente cuatro años tomó las riendas del centro de acopio para eliminar esa práctica y buscar un mejor método.

Dentro de los tantos proyectos a realizar, su reto ha sido lidiar con los diferentes residuos generados por la comunidad, en busca de conservar un lugar limpio. Para esto, el centro de acopio del pueblo de Tortuguero ha creado un grupo de trabajadores que de forma diaria se

dedican a separar todos los residuos que son recogidos en toda la comunidad dos veces por semana (los lunes y jueves por las mañanas).

Dicha recolección se realiza por medio de un cuadraciclo que carga y jala una carretilla por todo el pueblo, llenándola y vaciándola en el centro de acopio las veces que sea necesario (por lo general, los días lunes se recibe más cantidad de residuos que los jueves). Esta labor puede tardar de tres a cinco horas por día. El motivo por el cual, la recolección se realiza en cuadraciclo, es porque el diseño de las calles de la comunidad sólo permiten el acceso de un vehículo de este tamaño.

Para dicha separación, tres de los colaboradores recolectan los residuos por todo el pueblo, uno de ellos se encarga de manejar el cuadraciclo y los otros dos, se encargan de ir llenando la carreta y cerciorándose de que ningún residuo se caiga o quede sin recoger en el pueblo.

La siguiente fotografía muestra la forma en que se recolecta la basura en el centro de acopio:



Fotografía 1. Método de recolección de los residuos en la comunidad de Tortuguero

Fuente: El autor, 2010.

En el centro de acopio laboran siete personas, dos de las cuales son contratadas por la municipalidad de Guápiles, para que se encarguen de labores varias en el centro de acopio, las otras cinco personas son contratadas directamente por Enrique para cumplir con el trabajo requerido en el centro de acopio.

Todos los residuos ya separados, son transportados en lancha hacia Caño Blanco, lugar donde se desembarcan los residuos para posteriormente, vía terrestre puedan ser llevados a su lugar de destino. Para que la lancha transportadora de residuos llegue hasta Caño Blanco se tarda aproximadamente dos horas de viaje.

A continuación se presenta una fotografía del desembarcadero en Caño Blanco:



Fotografía 2. Desembarcadero de Caño Blanco

Fuente: El autor, 2010.

Durante el transporte se observa como las bolsas de basura se salen de la lancha y en ocasiones tienden a caer al canal, generando contaminación. Uno de los mayores problemas, se presenta mientras pasan los diferentes residuos de las instalaciones del centro de acopio a la lancha, ya que, cae mucha basura a las aguas del canal. Dicho problema de contaminación en las aguas del canal por parte de residuos que caen durante el cargamento o transporte en la lancha se muestra en la siguiente fotografía:



Fotografía 3. Contaminación en el canal por la basura que cae al transportar los diferentes residuos de las instalaciones del centro de acopio a la lancha transportadora

Fuente: El autor, 2010.

En ocasiones cuando los turistas bajan de la lancha en Caño Blanco y deben esperar para abordar el bus y la lancha de basura descarga en el muelle, los turistas y público en general deben soportar los olores emanados por los residuos con un alto grado de descomposición. Esto desencadena no sólo una mala imagen del lugar sino que refleja un mal manejo de los residuos y un abandono o despreocupación por la ejecución de actividades hacia una protección ambiental.

5.2.2 Diseño y elaboración de registros

5.2.2.1 Importancia de registros

Los registros son un importante aporte para cualquier actividad realizada, ya que es la forma más efectiva de intercambio de información. La utilidad de un registro recae en la calidad de la información que contenga, y además proporcionan un rastreo de información desde una fecha específica, siendo así un modo de control sobre determinado proceso. Es

por eso, que el centro de acopio manifiesta la necesidad de incorporar a su actividad datos precisos del proceso.

Si bien es cierto, se sabe que las cantidades de residuos generadas y posteriormente manejadas en el centro de acopio son muchas, no existe ningún archivo de información o dato actual que cuantifique estos valores. El centro de acopio cuenta con los medios como equipo y personal para cuantificar los residuos, pero no poseen un registro apropiado para su documentación y archivo.

Por lo tanto, según el objetivo, fue preciso elaborar un registro apropiado que según las necesidades del centro de acopio facilitara el archivo de información sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejadas por los colaboradores. Dichas necesidades fueron fijadas según los días de toma de datos, para lo cual se determinó que los días óptimos para registrar las cantidades de residuos son los lunes y jueves ya que son los días que se dedican mayoritariamente a la separación de los mismos.

Otro punto a considerar, fue la unidad de medida a utilizar. Debido a que el centro de acopio cuenta con una balanza fijada en kilogramos, con una capacidad para 250 kilogramos, se decidió utilizar esa denotación de modo uniforme. Además, se concluyó que dado a la gran cantidad de residuos manejados, era de mayor utilidad emplear una hoja de registro por semana, de modo que de forma semanal debe archivar la información respectiva a la fecha.

Se elaboró el registro de la forma más sencilla posible, de manera que sea entendible por cualquier persona del centro de acopio a quien se le asigne la tarea de llevar el control del archivo de información. De este modo para efectos futuros donde alguien requiera de esta información, pueda comprenderla en su totalidad sin recurrir al autor del registro.

Con la creación del registro se permite a partir de inicios del año 2010, que el centro de acopio tenga un sistema de información permanente, que permita con datos reales contemplar el comportamiento de las cantidades de residuos manejados. Aunque para efectos del desarrollo de la práctica de especialidad sólo se requirió el diseño y elaboración del registro para los residuos sólidos orgánicos, se decidió que el registro contemplaría en su totalidad, todos los residuos manejados en el centro de acopio.

Ya que el centro de acopio no cuenta con acceso a sistemas computacionales ni con personal capacitado para el manejo de los mismos, el registro fue elaborado de forma impresa. Sin embargo, se realizó un método informático en una hoja de Excel para mayor análisis de los datos realizados, lo cual fue de interés para el encargado del centro de acopio Enrique Obando Vargas para utilidades futuras.

A continuación se presenta el registro elaborado para el control de las cantidades de residuos totales manejados por el centro de acopio en forma semanal.

Cuadro 2. Cantidad de Residuos Generados en el Centro de Acopio en la Comunidad de Tortuguero (Kilogramos).



Fecha:

Semana del ____ al ____.

Mes: _____

Año: ____.

TIPO DE RESIDUO / DÍA	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL SEMANAL
Cartón								
Aluminio								
Tetrabrick								
Sólidos Orgánicos								
Vidrio								
Chatarra								
Plásticos:								
1-PET								
2- HDPE								
4-LDPE, 5-PP, 6-PS								

Comentarios:

Responsable: _____

Fuente: El autor, 2010.

Con el cuadro anterior se establece el formato del registro de los residuos para el centro de acopio. Éste permite, llevar el control adecuado de fechas y un espacio para anotar algún detalle importante que surja en el transcurso de la semana.

De modo que no existe un patrón definido de tiempo, dedicado a un tipo de residuo, el diseño del registro se acopla según la necesidad del lugar, de modo que el encargado pueda anotar las cantidades respectivas en los días requeridos.

Los tipos de plástico serán encasillados según la clasificación de la Sociedad de Industrias de Plástico que ha sido adoptada en todo el mundo. Aunque son siete tipos de plástico, se le dio importancia a aquellos que maneja el centro de acopio. Las siglas provenientes del inglés se detallan a continuación:

Tipo 1: PET (Polietilén tereftalato).

Tipo 2: HDPE (Polietileno de alta densidad).

Tipo 4: LDPE (Polietileno de baja densidad).

Tipo 5: PP (Polipropileno).

Tipo 6: PS (Poliestireno).

5.3 Resultados y Análisis según el Objetivo Específico 2

5.3.1 Función del centro de acopio de la comunidad.

El centro de acopio de la comunidad de Tortuguero, es un lugar ubicado en el mismo pueblo, frente a la clínica médica del lugar, éste lugar posee una dimensión de veinticuatro metros por treinta y seis metros (24x36). La planta está casi en su totalidad techada y es una infraestructura separada por varias áreas específicas; ésta cuenta con una pequeña oficina, además de una región de recibo y separación de residuos para luego destinarlos a sus

cubículos respectivos, sea para su almacenamiento en espera de la lancha o para su transformación o tratamiento. Dicha transformación o tratamiento, se especifica más adelante en el presente documento.

A continuación se presentan imágenes tanto de la parte exterior delantera como exterior trasera del centro de acopio:



Fotografía 4. Parte Frontal del Centro de Acopio de la Comunidad de Tortuguero

Fuente: El autor, 2010.

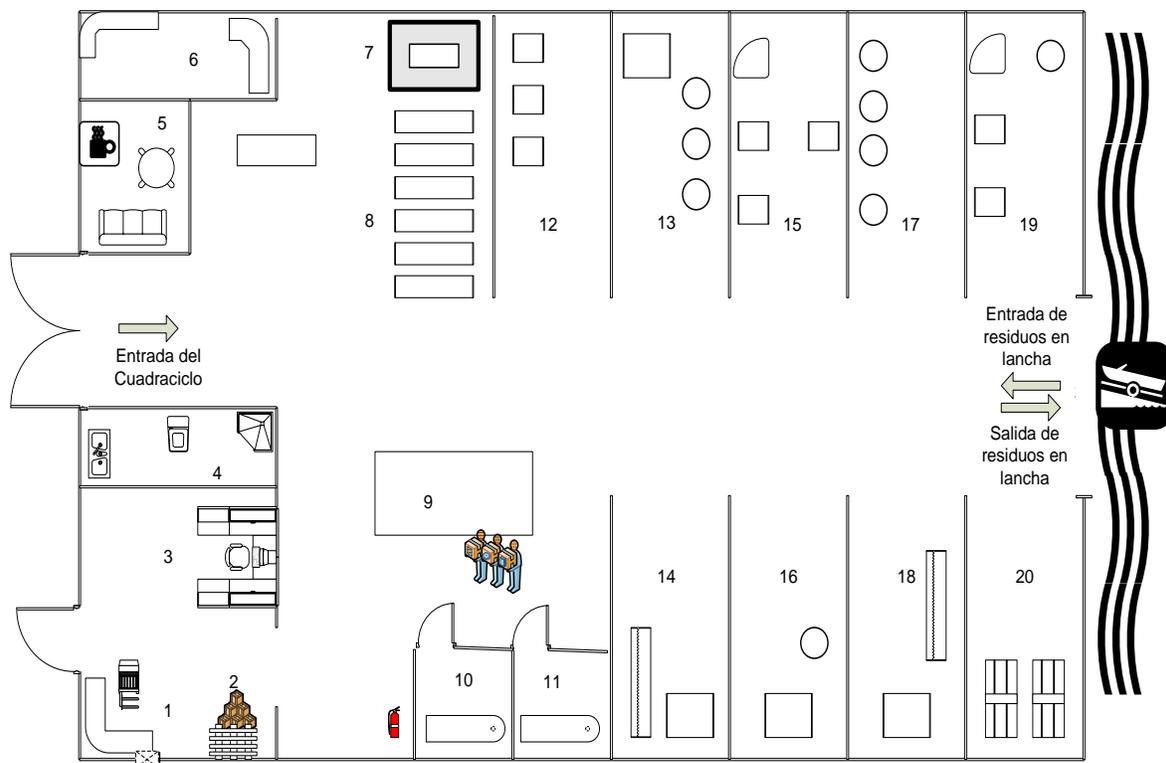


Fotografía 5. Parte Posterior del Centro de Acopio de la Comunidad de Tortuguero.

Fuente: El autor, 2010.

También se cuenta con una pequeña bodega en dónde se almacenan diferentes materias primas, utensilios y equipo necesario; además de una pequeña sala para que el personal de manera aislada de los residuos puedan descansar, tomar café y comer, también cuenta con un sitio en donde actualmente se están llevando a cabo las pruebas de residuos orgánicos, es decir las pruebas para la generación de compostaje.

Este lugar cuenta con tres accesos importantes: uno para el personal, otro para la entrada y salida del cuadraciclo y otro destinado para el recibo o despacho de residuos u otros materiales transportados únicamente por lancha. A continuación se presenta la distribución del centro de acopio:



Descripción de la Distribución del Centro de Acopio

1	Zona para Compactación de Residuos	11	Cuarto de Molido de Plástico
2	Almacenamiento de Cartón Compactado	12	Almacenamiento de Aluminio Compactado
3	Oficina	13	Área de Vidrio y Plástico para Drenajes
4	Baño y Ducha	14	Almacenamiento de Tetrabrick Compactado
5	Sala de Café	15	Área de Plásticos Gruesos Cortados
6	Bodega	16	Áreas de Plásticos Gruesos no Cortados
7	Zona de Lavado de Cuadraciclo	17	Almacenamiento de Residuos Orgánicos
8	Región de Pruebas de Compostaje	18	Almacenamiento de Plásticos y Maderas
9	Zona de Separación de Residuos	19	Almacenamiento de Residuos Dirigidos a Vertedero
10	Cuarto de Molido de Vidrio	20	Almacenamiento de Chatarra

Figura 1. Distribución del centro de acopio de la comunidad de Tortuguero.

Fuente: El autor, 2010.

Parte de la labor realizada por el centro de acopio, se encuentra en la de tener que recolectar los residuos dos veces por semana y posteriormente ya en las instalaciones, dedicarse a separar cada uno de los paquetes, bolsas o estañones, ya que al igual que en la mayoría de las partes de éste país, las personas no han creado en cada uno de sus hogares la cultura de separar los residuos para que su manejo y tratamiento sea más fácil y efectivo en las plantas de tratamiento.

Por lo tanto, los colaboradores del centro de acopio, requieren de mucho tiempo y esfuerzos para ir separando toda la producción de basura del pueblo, ya que aparte de no ser un trabajo muy grato para cualquier ser humano, si no utilizan medidas higiénicas adecuadas, ponen en riesgo su salud debido al alto grado de contaminación presente.

A continuación se presenta una fotografía de la sala de recibo y separación de residuos del centro de acopio:



Fotografía 6. Sala de recibo y separación de residuos en el centro de acopio

Fuente: El autor, 2010.

Así mismo, como ya se ha mencionado, la zona de Tortuguero es una región muy propensa a inundaciones y con altas precipitaciones durante todo el año, lo cual la hace muy vulnerable a la invasión de roedores e insectos generadores de enfermedades como es el caso del mosquito transmisor del dengue. Por lo tanto, si el centro de acopio no lleva un control estricto sobre las condiciones higiénicas sanitarias del mismo, se corren riesgos importantes en el sitio y lugares aledaños.

Caso contrario, que con los demás tipos de residuos recibidos en el centro de acopio, los residuos sólidos orgánicos son provenientes únicamente del pueblo (comercios, hogares, pequeñas cabinas) y no de los diferentes hoteles aledaños a la región. Sin embargo, varios hoteles de la zona llevan residuos como plástico, tetrabrick, aluminio, papel, cartón y vidrio, en la mayoría de los casos debidamente separados.

Los hoteles según su dimensión pagan una cuota fija mensual al centro de acopio para que éste le reciba los residuos y los prepare para su posterior tratamiento por diferentes organizaciones. Actualmente doce hoteles cuentan con los servicios del centro de acopio.

A continuación se presentan las diferentes tarifas mensuales que el centro de acopio asigna de forma mensual a los diferentes hoteles de Tortuguero.

Cuadro 3. Tarifas Mensuales para Hoteles de la Región de Tortuguero

Hotel	Tarifa Fija Mensual
Kupia Kum	175,000.00
Kotuma S.A	150,000.00
Manatus	50,000.00
Caño Palma	30,000.00
Naves Turísticas	75,000.00
Pachira Lodge	125,000.00
Aninga Lodge	50,000.00
Tortuga Lodge	150,000.00
All Ranking Lodge	15,000.00
Samoa Lodge	75,000.00
Baula Lodge	75,000.00
Rana Roja Lodge	35,000.00
TOTAL INGRESOS	1,005,000.00

Fuente: Don Enrique Obando Vargas, encargado del centro de acopio, 2010.

Dichos hoteles, deben de llevar por sus propios medios, todos los residuos al centro de acopio, ya que éste no cuenta con lancha propia para llevar a cabo la recolección en muchos de los hoteles que por lo general se encuentran fuera del pueblo de Tortuguero, para lo que se hace necesario cruzar el canal para llegar a ellos.

En el caso de comercios, que manejan comidas como restaurantes, sodas, cabinas o pequeños hoteles encontrados dentro de la comunidad, el centro de acopio les recibe sus residuos orgánicos siempre y cuando sean entregados separados de los demás. Para esto se les proporciona de un estañón exclusivo para residuos sólidos orgánicos, el cual es apropiadamente lavado y devuelto para su posterior uso. Sin embargo se pudo constatar mediante revisión de los estañones que no se está cumpliendo adecuadamente con ésta condición y que por el contrario, éstos presentan otro tipo de residuos como plásticos,

bolsas, filtros de papel, entre otros. A continuación se muestran los estañones utilizados por el centro de acopio para la recolección de residuos orgánicos



Fotografía 7. Estañones para recolección de residuos orgánicos

Fuente: El autor, 2010.

5.3.2 Recolección de datos

Luego del diseño y la elaboración del registro para el centro de acopio, se procedió a la recolección de información sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados. De éste modo ya cumplido de forma apropiada el objetivo número uno de ésta investigación y teniendo los debidos registros, se procedió a cuantificar las cantidades de residuos manejados en el centro de acopio. Éste registro de información es importante ya que permite analizar las posibles causas sobre diferentes comportamientos semanales o mensuales en los datos. Aunque bien se sabe la actividad turística es una causa de generación de residuos, también deben considerarse otros factores internos o externos que podrían influir en las cantidades de residuos registradas, tales como actividades comunales del pueblo, o el mayor consumo de los habitantes del lugar en épocas de pago salarial.

La toma de datos, se inició el dieciocho de enero del presente año, en dónde dos veces por semana se dedica propiamente a la separación o almacenamiento de los residuos orgánicos. Dado a que no se contaba con datos históricos sobre a las cantidades de residuos manejados en el centro de acopio, se procedió a cuantificarlos en su totalidad a partir de ésta fecha, para determinar el comportamiento de los mismos por un periodo mínimo de doce semanas.

En el siguiente cuadro, se presenta la información recopilada sobre las cantidades de residuos orgánicos manejador por el centro de acopio:

Cuadro 4. Cantidades de residuos Orgánicos Manejados en el Centro de Acopio.

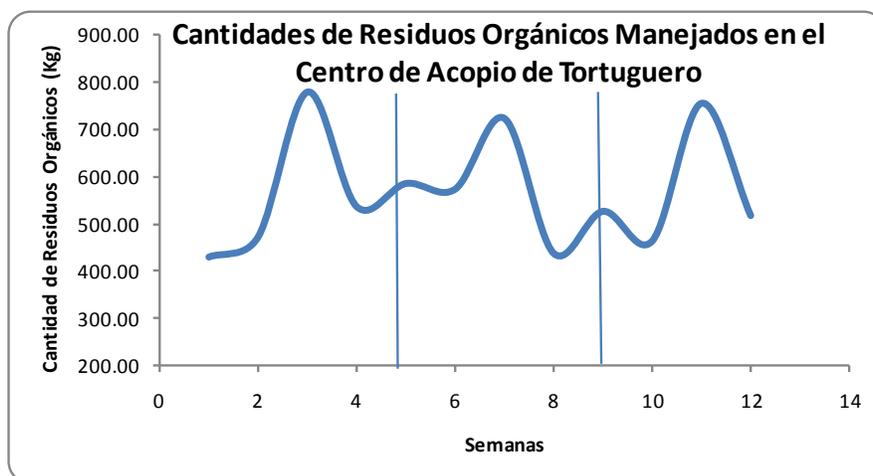
	Enero		Febrero				Marzo				Abril	
	18 y 21	25 y 28	1 y 4	8 y 11	15 y 18	22 y 25	1 y 4	8 y 11	15 y 18	22 y 25	29 y 1	5 y 8
Detalle	Semana											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Día 1 (Lunes)	220.00	305.00	430.00	302.00	283.00	235.00	390.00	208.00	260.00	210.00	386.00	278.00
Día 2 (Jueves)	210.00	168.00	350.00	235.00	303.00	339.00	334.00	230.00	267.00	254.00	370.00	240.00
Total (Kg)	430.00	473.00	780.00	537.00	586.00	574.00	724.00	438.00	527.00	464.00	756.00	518.00

Fuente: Centro de Acopio de Tortuguero, 2010.

Además según el cuadro anterior se establece la representación gráfica de las cantidades totales de residuos para cada semana.

A continuación se presenta la gráfica correspondiente a las cantidades de residuos orgánicos manejados en el centro de acopio:

Gráfico 1. Kilogramos de Residuos Sólidos Orgánicos Manejados semanalmente en el Centro de Acopio de Tortuguero.



Fuente: Centro de Acopio de Tortuguero, 2010.

5.3.3 Análisis de Datos

Según el cuadro número cuatro, que cuantifica las cantidades de residuos orgánicos recolectados y manejados por el centro de acopio, la semana que corresponde al inicio de cada mes, se da un gran incremento en las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio. De igual modo, a finales de la segunda semana de cada mes también se da un aumento en las cantidades de residuos, aunque en menor proporción en comparación con el resto de semanas estudiadas. Dichos incrementos a principio de cada mes llega a aumentar hasta en un 39% a la semana anterior para luego descender hasta un 65% en la siguiente semana. El punto máximo de residuos manejados es de 780 kilogramos de residuos en la primera semana del mes de Febrero.

Dichos incrementos corresponden a la mayor actividad turística presente en estas semanas, ya que tanto turistas nacionales como internacionales llegan al lugar de Tortuguero para ser parte de sus atracciones naturales en su canal, sus bosques propios del clima húmedo muy

lluvioso, su playa, sus hoteles, entre otros. Estos incrementos también corresponden con las fechas de pago de la mayoría de los habitantes de Tortuguero, causa por la cual, se genera una mayor cantidad de consumo en estos periodos del mes.

La gráfica uno muestra preliminarmente, un comportamiento estacional, con un patrón que tiende a repetirse mes a mes. De este modo, los datos coinciden con un patrón de consumo ajustado a la actividad turística presente en la región y al consumo de la población en donde según los datos recolectados pudo determinarse el consumo per cápita en Tortuguero, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Cálculo de la Producción de Residuos Per Cápita en la Comunidad de Tortuguero

Asunto	Cantidad	Unidad
Cantidad total de habitantes	1,200.00	Habitantes
Cantidad Promedio de Residuos Mensuales	2,269.00	Kg
Producción per cápita	1.89	Kg/habitante/mes

Fuente: El Autor, 2010.

Con fundamento en esta información, se estableció una producción de 1.89 kilogramos de residuos orgánicos por persona mensuales en el pueblo de Tortuguero.

Además a raíz de lo anterior y mediante un método estadístico, se determinó que la producción de residuos orgánicos por la comunidad de Tortuguero en general es de 33.42 toneladas al año.

Como resultado directo de la recolección de datos, fue posible establecer un patrón de referencia sobre la representación de cada residuo con respecto al total de residuos recolectados en el centro de acopio.

A continuación a través del cuadro seis, se presenta el porcentaje en peso de los diferentes tipos de residuos.

Cuadro 6. Porcentaje en peso de diferentes residuos manejados en el centro de acopio.

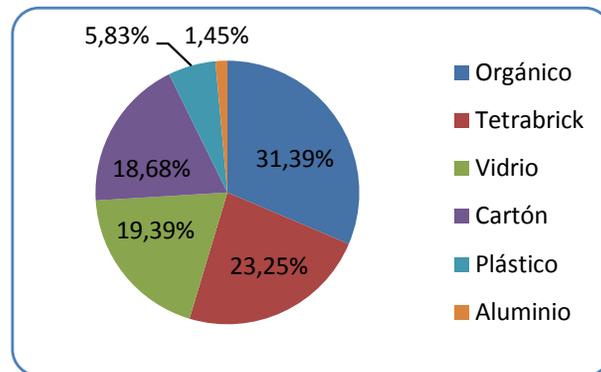
Tipo de Residuo	Cantidad (Kg)	Porcentaje (%)
Orgánico	756.00	31.39%
Tetrabrick	560.00	23.25%
Vidrio	467.00	19.39%
Cartón	450.00	18.68%
Plástico	140.50	5.83%
Aluminio	35.00	1.45%
TOTAL	2,408.50	100.00%

Fuente: Centro de Acopio, 2010.

Un punto importante a valorar dentro de la investigación, es la determinación del porcentaje en peso de los residuos, para lo cual se llevó a cabo el pesaje total de los residuos generados por el pueblo más la participación de los hoteles durante una semana completa. La chatarra no fue contemplada, ya que además de ser una muy poca cantidad, la balanza, por su tamaño no permitió hacer la medición.

Gráficamente las cantidades de residuos se comportaron de la siguiente forma:

Gráfico 2. Porcentaje en peso de los residuos manejados en el centro de acopio.



Fuente: El Centro de Acopio de Tortuguero, 2010.

De todos los residuos generados en el centro de acopio, los residuos orgánicos, son los que se encuentran presentes en mayor cantidad (31.39% con respecto al peso total). Esta cantidad, se considera muy significativa dada la aclaración de que éste tipo de residuos son únicamente generados por la comunidad y no por los grandes hoteles con los que cuenta la región; de este modo se recalca la importancia de llevar un control estricto sobre su manipulación.

Luego de los residuos sólidos orgánicos, se encuentran los residuos de tetrabrick con un 23.25% del total de residuos. Dicho comportamiento, se debe al alto consumo generado por el pueblo y además de los hoteles que día a día ofrecen jugos contenidos en un envase tetrabrick para los desayunos del menú, además de la leche que acompaña al té o café.

Posteriormente, se encuentra el vidrio con un 19,39%, el cual es generado en su mayoría por los restaurantes, cabinas y bares del pueblo así como los diferentes bares y restaurantes de los hoteles. Además, una menor cantidad de éste residuo proviene de los diferentes domicilios que utilizan envases de vidrio para actividades varias del hogar.

El cartón, es un residuo que debido a su poco peso sólo representa un 16.68% de la totalidad, sin embargo es altamente utilizado por el pueblo y los hoteles como medio de embalaje, ya que debido a la lejanía del lugar con respecto a grandes comercios del país, las cajas de cartón se convierten en un medio de almacenaje de productos muy importante.

El plástico, es un residuo que se maneja en grandes cantidades dentro del centro de acopio, aunque su porcentaje en peso, no es tan significativo, solo es de un 5,83% al ser un material muy liviano, su volumen está ligado a la presencia de diversos tipos de plástico clasificados según su color como verde, azul y blanco. Además, el plástico contaminado es utilizado por el mismo pueblo, para la construcción de tanques de drenaje.

Por último, se encuentran los residuos de aluminio con un 1.45% del total del pesaje, el cual se encuentra representado por latas de bebidas consumidas especialmente por la comunidad de Tortuguero

5.3.4 Determinación del Método Estadístico

Para tener una referencia sobre las cantidades posibles de residuos sólidos orgánicos a tratar para inicios del año 2011, fue necesario determinar según los datos recopilados un método estadístico acorde con la información. De este modo, según el total de residuos manejados durante doce semanas, se generó una tabla de autocorrelación, cuyo análisis permitió establecer la relación de los datos y así establecer su comportamiento y definir el pronóstico estadístico a utilizar. Para el análisis se generaron cuatro retrasos de tiempo. (Ver apéndice 1)

Cálculo:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - X)(Y_{t-k} - X)}{\sum_{t=1}^n (Y_t - X)^2}; \text{ Donde } k=0,1,2.. X= \text{Promedio}; Y_t = \text{Dato actual}$$

En el siguiente cuadro, se presentan los coeficientes de autocorrelación calculados con base en los datos recopilados en el centro de acopio:

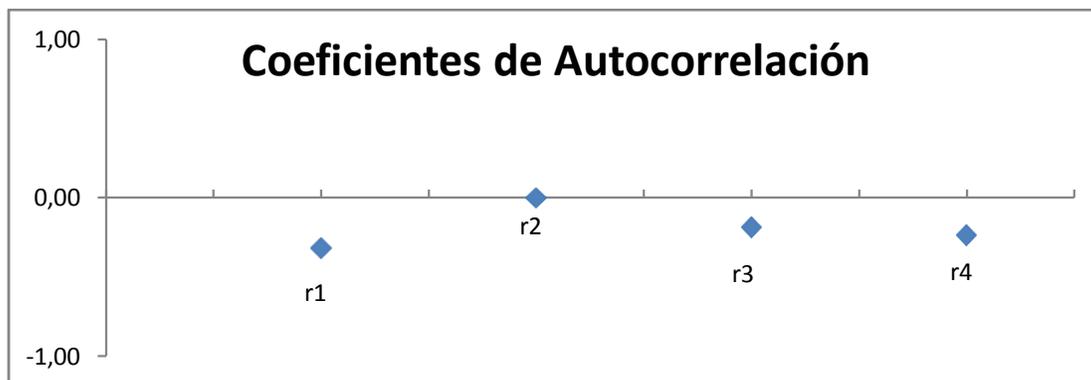
Cuadro 7. Coeficientes de Autocorrelación

Coeficiente de Autocorrelación	
r1	-0.32
r2	0.00
r3	-0.19
r4	-0.24

Fuente: El autor, 2010.

De éste modo, la determinación de los coeficientes de autocorrelación presentaron el siguiente comportamiento gráfico:

Gráfico 3. Coeficientes de Autocorrelación de los Residuos Orgánicos Manejados en el Centro de Acopio.



Fuente: El autor, 2010.

Como se muestra en los datos, todos los coeficientes de autocorrelación con retrasos de tiempos son muy cercanos a cero, lo cual da pie para determinar una técnica de pronóstico para datos con tendencia. Adicionalmente, debido que al encontrarse con una situación en dónde el centro de acopio no cuenta con datos históricos sobre las cantidades de residuos

orgánicos manejados y el comportamiento se ve ligado a la demanda de bienes y servicios, se hace preciso recurrir a un modelo simple como lo es el estacional.

A su modo, al requerir un pronóstico tal que permitiera establecer las cantidades de residuos para las próximas cuarenta y cuatro semanas, para así mostrar las cantidades generadas durante el año 2010 para iniciar su tratamiento de compostaje en el año 2011, se eligió el Pronóstico de Regresión Lineal con Estacionalidad.

5.3.5 Aplicación del Método de Pronóstico

La Regresión Lineal con Estacionalidad, es un método estadístico que permite realizar pronósticos para datos fluctuantes repetidos en un periodo de tiempo. El método de Regresión Lineal, permite realizar tantos pronósticos como sean necesarios. Para la realización del pronóstico se calculó el índice de estacionalidad que se elimina de los datos originales para poder realizar la regresión lineal.

Cálculo:

$$\text{Índice Estacional} = X_{\text{Semanal}} \div X_{\text{Total}}; \quad \text{Donde } X = \text{promedio}$$

Así mismo, mediante el siguiente cuadro, se determinan los índices de estacionalidad para cada semana del mes:

Cuadro 8. Cálculo del Índice de Estacionalidad de los datos.

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	TOTAL
Datos con Estacional (Kilogramos)	430.00	473.00	780.00	537.00	2,220.00
	586.00	574.00	724.00	438.00	2,322.00
	527.00	464.00	756.00	518.00	2,265.00
Total	1,543.00	1,511.00	2,260.00	1,493.00	6,807.00
Promedio	514.33	503.67	753.33	497.67	567.25
Índice Estacional	0.91	0.89	1.33	0.88	

Fuente: El autor, 2010.

Por lo tanto, es posible eliminar de los datos originales la estacionalidad para así llevar a cabo la regresión lineal para el pronóstico. En el siguiente cuadro se tienen las cantidades de residuos orgánicos en kilogramos sin estacionalidad:

Cuadro 9. Kilogramos de Residuos Orgánicos sin Estacionalidad

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	Total
Datos sin Estacionalidad	474.24	532.71	587.33	612.08	2,206.36
	646.29	646.46	545.16	499.24	2,337.16
	581.22	522.58	569.26	590.43	2,263.48
Total	1,701.75	1,701.75	1,701.75	1,701.75	6,807.00

Fuente: El autor, 2010.

Al eliminar de cada uno de los datos la estacionalidad, es posible realizar la regresión de los datos para así determinar la ecuación correspondiente a la ejecución del pronóstico. El siguiente cuadro ofrece el resumen de la regresión lineal realizada:

Cuadro 10. Resumen de Regresión Lineal

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.105773248
Coefficiente de determinación R ²	0.01118798
R ² ajustado	-0.08769322
Error típico	56.79704229
Observaciones	12

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	364.997074	364.9970742	0.113145671	0.74354275
Residuos	10	32259.0401	3225.904013		
Total	11	32624.0372			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	556.8653939	34.9561631	15.93039237	1.95834E-08	478.978209	634.752579	478.9782091	634.752579
Variable X 1	1.597631714	4.74960728	0.336371329	0.743542752	-8.9851528	12.1804162	-8.985152755	12.1804162

Fuente: El Autor, 2010.

Por lo tanto se establece para la serie de datos la función: $ft = 556.87 + 1.60t$, para la cual se determinó el pronóstico para las siguientes cuarenta y seis semanas. El siguiente cuadro

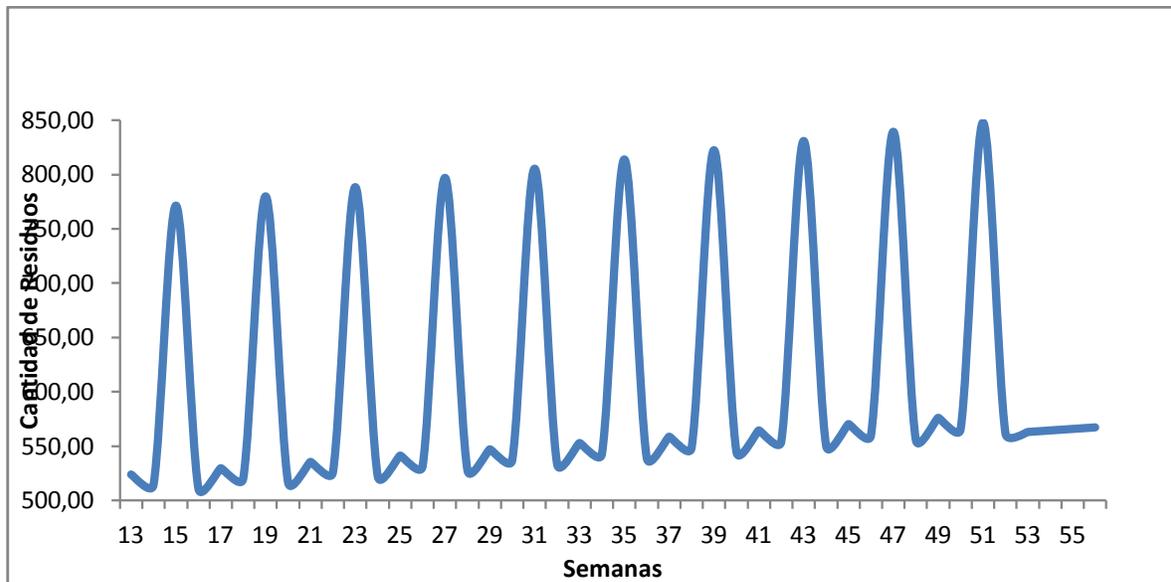
Cuadro 11. Pronóstico Estadístico semanal con Regresión Estacional (Kilogramos)

Semana	Sin IE	Con IE	Semana	Sin IE	Con IE
13	577.67	523.78	35	612.87	813.92
14	579.27	514.34	36	614.47	539.09
15	580.87	771.42	37	616.07	558.60
16	582.47	511.02	38	617.67	548.44
17	584.07	529.58	39	619.27	822.42
18	585.67	520.02	40	620.87	544.71
19	587.27	779.92	41	622.47	564.40
20	588.87	516.63	42	624.07	554.12
21	590.47	535.39	43	625.67	830.92
22	592.07	525.70	44	627.27	550.32
23	593.67	788.42	45	628.87	570.21
24	595.27	522.25	46	630.47	559.80
25	596.87	541.19	47	632.07	839.42
26	598.47	531.39	48	633.67	555.94
27	600.07	796.92	49	635.27	576.01
28	601.67	527.86	50	636.87	565.48
29	603.27	546.99	51	638.47	847.92
30	604.87	537.07	52	640.07	561.55
31	606.47	805.42	53	641.67	562.96
32	608.07	533.48	54	643.27	564.36
33	609.67	552.80	55	644.87	565.77
34	611.27	542.75	56	646.47	567.17

Fuente: El autor, 2010.

De éste modo, la representación gráfica de dichos datos tomando en cuenta el índice estacional se establece a continuación.

Gráfico 4. Pronóstico semanal sobre los kilogramos de residuos orgánicos manejados en el centro de acopio.



Fuente: El autor, 2010.

Con base a éstos pronósticos semanales se dio una agrupación bimestral de los datos para poder estimar la cantidad de residuos orgánicos generados en dos meses, y así estimar el tamaño de las instalaciones requeridas para la elaboración del compostaje, ya que según consideraciones de prueba, la duración del tratamiento es de dos meses o menos (ver apéndice 4). Para una mayor efectividad del pronóstico se determinó un intervalo de confianza para el pronóstico bimestral.

Cálculo:

$X \pm t \frac{s}{\sqrt{n-1}}$ Donde X = promedio; t = t student; s= desviación Estándar; n= número de datos

Por lo tanto el pronóstico bimestral con un nivel de confianza de un 95% el resultado es $\approx 4775 \pm 47$, es decir, el intervalo de confianza bimestral va desde 4728 hasta 4822 kilogramos de residuos sólidos bimestrales manejados en el centro de acopio.

De este modo, según datos teóricos sobre la pérdida de humedad de los residuos en su proceso de conversión a un abono orgánico, la muestra húmeda de residuos orgánicos puede perder hasta un 50% de su peso. Es decir, al agregar una cantidad de 4822 kilogramos de residuos al tratamiento de compostaje, el abono orgánico resultante puede llegar a ser de 2411 kilogramos totales.

5.3.6 Determinación de las Dimensiones y uso del Sistema de Tratamiento para los Residuos Orgánicos.

Dado a que el sistema de tratamiento a utilizar para los residuos orgánicos es el compostaje, es necesario establecer la relación de tamaño o dimensiones adecuadas para el mismo según el lugar dónde serán ubicadas y la capacidad requerida.

Dada la cantidad de humedad generada en la región de Tortuguero y la cantidad de lluvia propulsora de inundaciones en la misma, es importante que las camas del tratamiento no sean construidas directamente sobre la superficie del suelo sino sobre pequeñas bases de cemento que sirvan para aislar el compostaje de la humedad del suelo. Además las camas no deben ser muy altas, para que los residuos tengan mayor aireación y menor humedad.

Así mismo, a causa de las grandes cantidades de lluvias presentadas en la región de Tortuguero, las instalaciones a construir deben ir debidamente techadas para evitar aguas estancadas en las camas. Las pruebas realizadas de compostaje demuestran una altura óptima de medio metro como máximo.

Además, dado que la zona donde se construirá el tratamiento de compostaje es boscosa y se desea conservar en la mayor medida posible ésta región como tal, el diseño del tratamiento de compostaje debe impedir la corta de árboles importantes, de gran edad y grosor. Por lo tanto, las dimensiones de las camas según las distancias promedio entre árboles y la

facilidad de manejo del operador serán de 0.80 metros de ancho, 0.50 metros de alto y 3.50 metros de largo.

Se aclara que para efectos del presente estudio, las dimensiones dadas no contemplan el espacio físico que llevaría de forma adicional la infraestructura de concreto para agregar la mezcla de aserrín, carbonato de calcio y EM, por lo tanto éstas dimensiones dadas, corresponden solamente al espacio ocupado por los residuos sólidos orgánicos.

De este modo, teniendo definidas las dimensiones de las camas, mediante la medida promedio de la densidad de los residuos orgánicos y utilizando la fórmula básica de la densidad, es posible calcular la cantidad de camas requeridas para contener los residuos de dos meses. Los cálculos aplicados se especifican a continuación:

Cálculo de Volumen

$$v = \text{largo} \times \text{alto} \times \text{ancho}$$

$$v = 1.40 \text{ m}^3$$

Cálculo de masa

$$\delta = m \div v; \text{ Por lo tanto: } m = \delta \times v; \quad \text{dónde } \delta = \text{densidad}$$

$$\text{Así mismo: } m = 4821.94 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 1.40 \text{ m}^3$$

$$m = 1349.38 \text{ kg}$$

Cálculo cantidad de camas

$$\# \text{ camas} = \text{Kg bimestrales} \div \text{kg de cada cama}$$

$$\# \text{ camas} = 4821.94 \div 1349.38$$

$$\# \text{ camas} = 3.57 \approx 4 \text{ camas.}$$

Dado a que el tratamiento debe tener una duración de dos meses como máximo, las camas requeridas serán utilizadas de forma cíclica, es decir, cada semana serán integrados los residuos obtenidos y así semana a semana hasta cubrir con la capacidad total de las instalaciones, de este modo cuando el contenido de la semana inicial esté listo, podrá ser

reemplazado por los residuos de la semana en curso. El esquema del proceso de manejo de las camas se muestra en la siguiente figura:

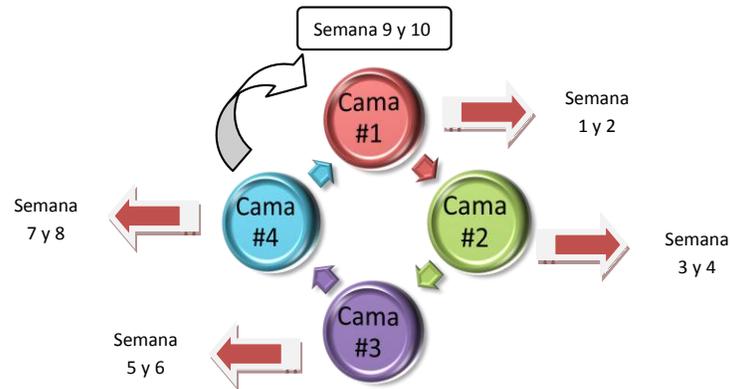


Figura 2. Distribución de los residuos semanales en el Sistema de Tratamiento para compostaje.

Fuente: El autor, 2010.

5.4 Resultados y Análisis según el Objetivo Específico 3

5.4.1 Manejo Actual de los Residuos en el Centro de Acopio

Durante las primeras visitas a la comunidad de Tortuguero, fue importante tener un conocimiento total de la situación presente, es decir, se debió conocer las condiciones tanto internas como externas, directas e indirectas del proyecto a realizar, la comunidad y el centro de acopio.

Como se ha dicho anteriormente, las experiencias y conocimientos de personas como el señor Enrique y el señor Luis han sido fundamentales para el conocimiento y comprensión de las diferentes condiciones actuales del centro de acopio y su actividad. Diversas entrevistas, han dado lugar a mucha de la información recolectada ya que el pueblo y más

específicamente el centro de acopio de Tortuguero no cuenta con información así como planes de trabajo, cronograma de actividades, bitácoras, informes finales, entre otros.

Con la separación y clasificación de los residuos, los mismos tales como cartón, aluminio, tetrabrick, vidrio, chatarra, plásticos y residuos orgánicos llevan según cada uno de ellos un tipo de preparación para posteriormente ser almacenados hasta que la lancha cada quincena llegue a recogerlos para ubicarlos en el lugar de destino en Caño Blanco. Los hoteles también juegan un papel importante, ya que llevan los residuos ya separados hasta el centro de acopio para su transformación. A continuación se presenta el proceso general que conllevan los residuos en el centro de acopio.

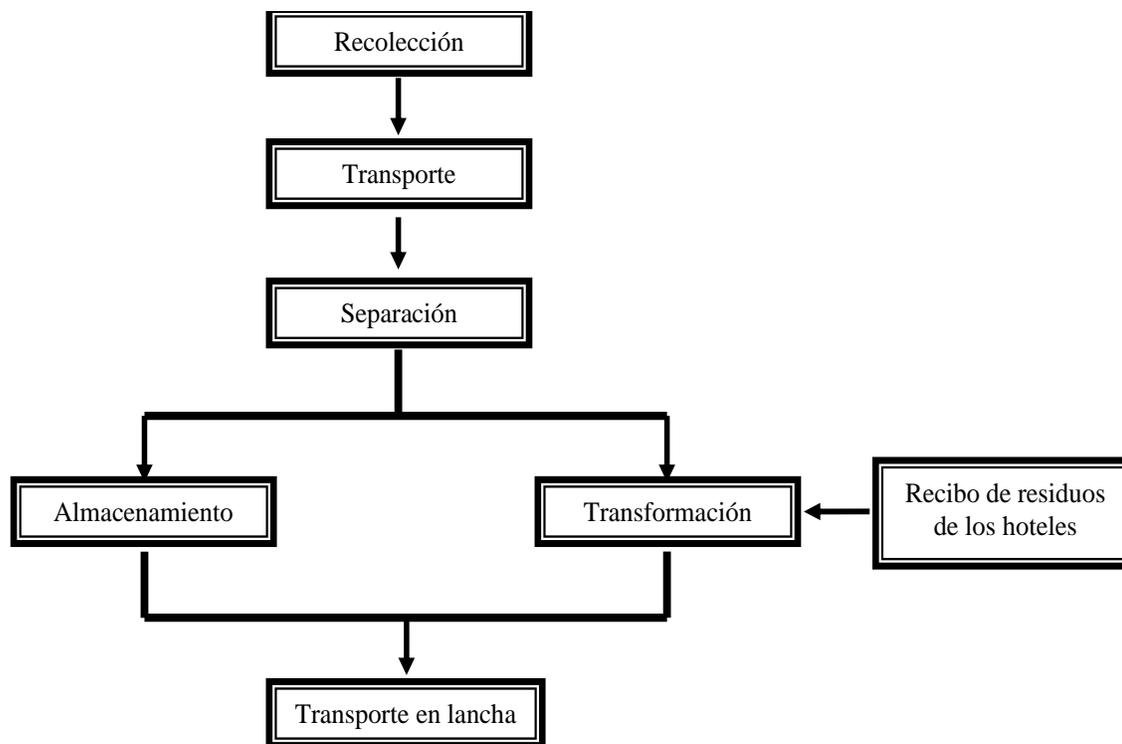


Figura 3. Procesos del Centro de Acopio

Fuente: El autor, 2010.

Así mismo, las diferentes transformaciones llevadas a cabo para cada tipo de residuo en el centro de acopio se determinan en el siguiente diagrama:

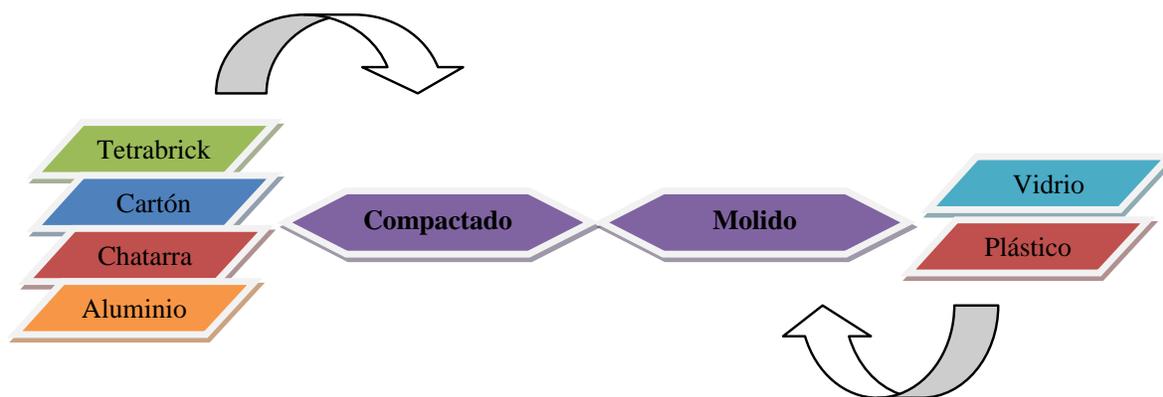


Figura 4. Transformación de los Residuos en el Centro de Acopio

Fuente: El autor, 2010.

De éste modo se establece que para residuos como el vidrio, el proceso llevado a cabo es el molido del mismo. Previamente al molido se debe garantizar que ningún vidrio presente contenidos extraños como líquidos o sólidos. Se establecen dos distintas separaciones en donde el vidrio color oscuro es separado del color transparente para ser molidos. Todo este vidrio posteriormente es vendido a la empresa VICESA.

Los plásticos son también molidos, el centro de acopio para evitar contaminaciones cruzadas, cuenta con una máquina exclusiva para el molido de vidrio y otra para el molido de plásticos. En residuos como los plásticos, las etiquetas no son eliminadas, solamente se les retira la tapa y se asegura que al igual que con el vidrio no se cuente con la presencia de materiales extraños.

En el centro de acopio se maneja el plástico tipo PET (Polietilén tereftalato), HDPE (Polietileno de alta densidad), LDPE (Polietileno de baja densidad), PP (Polipropileno) y PS (Poliestireno). Los mismos son molidos en la máquina, cada uno con su debida separación. Todo el plástico, es vendido por el centro de acopio a la Cervecería Costa Rica.

En el caso del aluminio, la chatarra, el cartón y tetrabrick sufren el proceso de aplastado, para lo cual el centro de acopio cuenta con una compactadora. En el caso de la chatarra se aplasta todo aquello que según su forma y tamaño la máquina lo permita. El aluminio y el tetrabrick es vendido a la Cervecería Costa Rica, por su parte, la chatarra es vendida a una recicladora y el cartón se vende a una empresa empacadora, las dos ubicadas en Guápiles.

Por supuesto existen otros tipos de residuos como papel higiénico, bolsas de plástico no reciclable, que no pueden ser tratados y por tanto, son destinados directamente al vertedero de Guápiles.

De este modo, todos los residuos anteriormente mencionados y con posibilidades de reciclado, van dirigidos a personas o entes ya establecidos que los compran para darle un reciclado o reutilización

En cuanto a los residuos orgánicos, actualmente no se realiza ningún tipo de tratamiento o transformación sino que solamente luego de la separación se almacena en uno de los cuartos del centro de acopio en espera de la lancha. Al respecto, hace unos cuantos meses, se han estado realizando pequeñas pruebas para la producción de abono orgánico por medio de microorganismos eficientes (EM). En el caso de la madera, éste es un residuo que llega al centro de acopio en muy pequeñas cantidades por lo tanto actualmente se muele para dichas pruebas de compostaje.

A continuación se presenta una fotografía de la maquina utilizada en el centro de acopio para moler los residuos orgánicos y madera para las pruebas de compostaje:



Fotografía 8. Máquina de Molido para los Residuos Orgánicos de CA.

Fuente: El autor, 2010.

Las pruebas de generación de abono orgánico a partir de los residuos de la comunidad de Tortuguero, nace como una alternativa para dar un tratamiento adecuado a un tipo de residuo que en la actualidad está en espera de una lancha para ser regalados a un señor de la región de Parismina. De modo que, sí el pueblo puede ofrecer un manejo adecuado para la producción de abono orgánico, éste sería un modo de evitar las contaminaciones en el canal ocasionadas por el transporte en la lancha y la producción de lixiviados en el centro de acopio dando pie a la generación de mosquitos y roedores.

Dichas pruebas se llevan a cabo dentro del mismo centro de acopio, en dónde en una parte se encuentran seis refrigeradoras en desuso que han sido utilizadas para contener las pruebas de compostaje. Aunque las pruebas, no registran por parte de los ejecutores responsables datos iniciales sobre las cantidades requeridas, se utiliza junto con los residuos molidos o no molidos, los microorganismos eficientes y carbonato de calcio, para evitar los malos olores además de aumentar el pH de la mezcla.

La fotografía a continuación, corresponde a las composteras en donde se están realizando las pruebas de compostaje con los residuos orgánicos de la comunidad de Tortuguero:



Fotografía 9. Pruebas de compostaje en el centro de acopio

Fuente: El autor, 2010.

Las refrigeradoras utilizadas como composteras, fueron medidas para poder determinar numéricamente la capacidad de residuos para cada una de ellas. El siguiente cuadro muestra el cálculo de Kilogramos de residuos iniciales que pueden ser tratados según las dimensiones de cada una de las composteras a prueba:

Cuadro 12. Kilogramos de Residuos Orgánicos Capaces de Tratar en las Composteras de Prueba del Centro de Acopio

Medidas	Compostera 1	Compostera 2	Compostera 3	Compostera 4	Compostera 5	Compostera 6	TOTAL
Largo (m)	1.10	1.30	1.35	1.03	1.23	1.23	
Ancho (m)	0.51	0.46	0.41	0.43	0.56	0.52	
Alto (m)	0.50	0.46	0.49	0.48	0.50	0.45	
Total (m³)	0.20	0.20	0.19	0.13	0.26	0.21	1.19
Densidad (Kg/m ³)	963.84						
Cantidad (Kg)	193.25	188.03	184.30	127.80	254.84	200.31	1148.52

Fuente: Centro de Acopio de la Comunidad de Tortuguero, 2010.

De este modo, se establece una capacidad máxima según la densidad aproximada de 1148.52 kilogramos de residuos. Debido a falta de datos iniciales en las pruebas, no es posible calcular un rendimiento del sistema de compostaje, pero si se tiene un dato final de 30 kilogramos de abono orgánico total.

Dicho abono orgánico final, fue llevado a las instalaciones de la Universidad de Costa Rica ubicada en San Pedro de Montes de Oca, provincia de San José específicamente, al Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), de la facultad de ciencias agroalimentarias. Allí el laboratorio de suelos y foliares realizó un análisis de composición químico del abono orgánico para determinar la concentración de varios componentes minerales importantes, además del análisis del pH y el de conductividad eléctrica (CE). (Ver apéndice 2 y apéndice 3.). El resumen del análisis realizado se detalla a continuación:

Cuadro 13. Análisis Químico de Abono Orgánico producido en Tortuguero

QC	Porcentaje (%)						mg/Kg				
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>K</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>
	1.16	0.18	1.37	0.36	0.33	0.13	20024	25	242	213	48
Humedad	70%										
pH	7.6										
CE	1.8										

Fuente: Laboratorio de Suelos y Foliares, CIA, 2010.

Según la información suministrada por la ingeniera Flor Bertch, coordinadora del laboratorio de suelos y foliares de la Universidad de Costa Rica (CIA), el contenido de nitrógeno (1.16%) es aceptable ya que se encuentra por encima de un 1%. El contenido de fósforo (0,18%) es pobre ya que no se encuentra dentro del parámetro aceptable, el cual se ha establecido en un mínimo de un 0.50%. Los demás porcentajes de nutrientes no poseen un parámetro de aceptación definido, sólo se establece que entre mayor presencia de los mismos, mejor es el abono orgánico.

En cuanto a la presencia de Hierro, éste dato por lo general siempre es alto, datos con menos 40,000 mg/kg aún pueden considerarse como aceptables, de éste modo el dato obtenido de 20,024 mg/kg es aceptable. Componentes como el cobre, el zinc, el manganeso y el boro no deben contener más de 500 mg/kg, lo cual se cumple para todos los casos.

En cuanto a aspectos como la humedad, ésta siempre va a depender de la muestra y tiende a ser muy variable, en el caso del abono en estudio, éste presentó un 70% de humedad. El pH obtenido es de 7.60, el cual es más alto que el rango de aceptación de cinco a seis.

Sin embargo la experiencia del Ingeniero Agrónomo Luis Fernando Campos Meléndez, profesor de la Escuela de Ingeniería en Agropecuaria Administrativa del ITCR, establece que un pH de 7.60 aún puede ser aceptable para un uso como abono ya que es un abono neutro, que el problema sería si el pH se encuentra por debajo de 5, es decir fuera un abono ácido ya que esto, si podría traer implicaciones al suelo o a las plantas. Por último el CE (conductividad eléctrica) cuyo parámetro define la concentración de sales en un medio, es de 1.80 mS/cm, lo cual es razonable, ya que no se recomienda valores mayores a 4,00 mS/cm.

De este modo, según los criterios anteriores el abono orgánico analizado posee las características necesarias para su posterior uso bajo ese nombre, ya que tiene las cantidades de nutrientes aceptables y no posee ningún riesgo químico para su utilización. De este modo, según el criterio profesional de la ingeniera Flor Bertch, encargada de la CIA, el beneficio del abono orgánico en estudio dependerá en el tanto en que se use en grandes cantidades, sea para influir sobre las características físicas del suelo o como suplidor de nutrimentos a plantas.

5.4.1.1 Aspectos Ambientales.

Desde la perspectiva ambiental, las prácticas actuales en el centro de acopio con respecto al manejo de los residuos sólidos orgánicos no son las más apropiadas. Dado que no existe, una capacitación adecuada hacia el personal que promueva las adecuadas prácticas ambientales dentro de las instalaciones en el cumplimiento de sus funciones.

Actualmente, los residuos orgánicos recolectados por el centro de acopio, deben esperar quincena a quincena para que la lancha de recolección llegue por ellos. En éste tiempo, los residuos dado su alto grado de descomposición, generan lixiviados que contaminan las instalaciones del centro de acopio, cuando éstos son retirados en la lancha, las instalaciones quedan contaminadas, por lo que son debidamente lavadas, y las aguas sucias con los lixiviados, jabones y cloros son botados hacia el costado oeste del centro de acopio, es decir son evacuados al canal en forma directa.

Dicha contaminación en el canal es preocupante, ya que no existe una consciencia ambiental sobre las consecuencias que en el largo plazo puede causar. Por ejemplo, la actividad pesquera, la cual es muy importante en la región, se ve directamente afectada, ya que dada la contaminación, especies de peces mueren o emigran a otras aguas.

Adicionalmente, la generación de lixiviados causa un impacto negativo al generar malos olores que pueden ser propagados en los alrededores del centro de acopio. Al ser éste un pueblo altamente visitado por turistas, ésta condición va a disminuir el atractivo del lugar, generando una mala impresión. Ésta generación de malos olores no sólo afecta las zonas aledañas al centro de acopio, sino también el embarcadero de Caño Blanco, lugar de descarga de los residuos dónde también, los turistas bajan de las lanchas para esperar el autobús.

El transporte en lancha de los residuos, puede generar también contaminación en el canal durante la descarga y traslado desde Tortuguero hasta Caño Blanco, los residuos junto con sus lixiviados pueden derramarse en las aguas.

Otro punto importante a considerar, es que el almacenamiento que conlleva el proceso actual de los residuos orgánicos, origina la propagación de roedores o animales como perros, gatos o aves en el centro de acopio, dado a que éste no está totalmente techado. Además residuos en descomposición, puede ser un foco de propagación de enfermedades. A continuación se presenta una fotografía que ilustra lo anterior:



Fotografía 10. Perros que visitan el centro de acopio para comerse los residuos orgánicos recogidos por el centro de acopio.

Fuente: El autor, 2010.

5.4.1.2 Costos e ingresos del centro de acopio

Costos asociados a la actividad

Desde el punto de vista financiero, el centro de acopio cuenta con diferentes costos asociados a la actividad del manejo de residuos orgánicos. Los más importantes son agua,

luz, gasolina para el cuadraciclo de recolección, salarios del personal, artículos de limpieza y vehículo.

El centro de acopio es un lugar que funciona sin ninguna patente de funcionamiento, no existen planos catastrados de la comunidad y por ende no existe ningún tipo de tributación. Por lo tanto los costos de depreciación no son costos reales para el centro de acopio, así como impuestos sobre terrenos y la actividad como tal.

Un resumen detallado de algunos de los costos citados anteriormente, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Costos mensuales asociados a la actividad del centro de acopio

AGUA		
Cantidad (m ³)	Precio (¢/m ³)	Precio Total (¢/kwatts)
15.00	239.29	3,589.35
ELECTRICIDAD		
Cantidad (Kwatts)	Precio (¢/Kwatts)	Precio Total (¢/kwatts)
509.00	117.16	59,634.00
GASOLINA (120 Km de recorrido mensual)		
Cantidad Gasolina (L)	Precio (¢/L)	Precio Total (¢/L)
21.60	480.00	10,368.00
RESERVA PARA SUSTITUCIÓN DE EQUIPO		120,000.00
OTROS COSTOS		78,000

Fuente: Centro de acopio, 2010.

El centro de acopio destina un monto mensual de los ingresos como reserva para la sustitución de equipo o maquinaria. El monto equivale a ¢120,000 mensuales. Dicho fondo es utilizado para adquisición de equipo y maquinaria nueva requerida para las actividades del centro de acopio.

En cuanto al costo salarial, el centro de acopio se cuenta con cinco colaboradores, cuyo horario es de lunes a viernes de 7 am a 4 pm y sábados y domingos trabajan únicamente dos personas de 7 am a 1 pm. Las dos personas adicionales contratadas por parte de la municipalidad de Guápiles laboran de lunes a viernes de 7 am a 3 pm.

A continuación se presenta el cálculo de las deducciones salariales para los colaboradores contratados por el centro de acopio:

Cuadro 15. Cálculo de Salarios mensuales del Centro de Acopio

Salarios	Colaborador
SALARIO BRUTO	190,000.00
REGÍMENES QUE ADMINISTRA LA CCSS	
Seguro de enfermedad y maternidad	5.50%
Seguro de invalidez, vejez y muerte	2.50%
TOTAL DE REGÍMENES CCSS	8.00%
OTRAS INSTITUCIONES	
Banco Popular y de Desarrollo comunal	1.00%
Total otras instituciones	1.00%
TOTAL	9.00%
SALARIO NETO	172,900.00
Cantidad de personal	5.00
Total en salarios	864,500.00

Fuente: Ministerio de Trabajo, 2010.

Ingresos de la actividad

En cuanto a los ingresos de la actividad del centro de acopio se encuentran dos puntos importantes: los ingresos por venta de residuos y los ingresos por cuota de recolección. Los costos, originados por la venta de residuos ya separados en el centro de acopio dependen de las cantidades y tipos de residuos más utilizados por los hoteles de Tortuguero y la comunidad en general. De éste modo, en forma mensual, las cantidades de residuos pueden variar según el consumo de los proveedores ya mencionados.

A continuación se presentan los ingresos mensuales promedio del centro de acopio:

Cuadro 16. Ingresos Mensuales del Centro de Acopio por Concepto de Venta de Residuos

VENTA DE RESIDUOS			
Tipo de Residuo	Precio (¢/Kg)	Cantidad (Kg)	Ingreso Total (¢)
Plásticos	150.00	562.00	84,300.00
Plástico para Drenaje	223.00	538.12	120,000.00
Vidrio	20.00	1,868.00	37,360.00
Aluminio	600.00	140.00	84,000.00
Cartón	260.00	1,800.00	468,000.00
Tetrabrick	50.00	2,240.00	112,000.00
Chatarra	70.00	4,000.00	280,000.00
Total Ingresos Mensual			1,185,660.00
Total de Ingresos por Recolección			2,504,500.00
TOTAL DE INGRESOS MENSUALES			3,690,160.00

Fuente: Centro de Acopio, 2010.

Para ampliar la información sobre los ingresos totales mensuales por motivo de recolección del centro de acopio ver el apéndice seis.

5.4.2.3 Aspectos Sociales

Desde el punto de vista social, el centro de acopio con su actividad de recolección de los residuos sólidos, ofrece a la comunidad un servicio que permite a los usuarios despreocuparse sobre el quehacer con los mismos. Dada la ubicación geográfica de Tortuguero, ubicar correctamente los residuos generados se vuelve muy complicado y caro. En años anteriores, la población tenía que recurrir a enterrar los residuos, pero debido a un aumento en la población y a sabiendas de que esa era una mala praxis, el centro de acopio realiza esta labor de recolección y ubicación de la basura y residuos.

En la actualidad, al no contar con tratamiento de los residuos orgánicos, los lixiviados generados durante el almacenamiento, son un foco propulsor de enfermedades para los trabajadores y habitantes del pueblo en general.

Con el funcionamiento del centro de acopio en la comunidad, éste genera empleos de tiempo completo. Actualmente siete personas laboran para el centro de acopio, dos de las cuales son proporcionados por la municipalidad de Guápiles, los otros cinco son contratados por el encargado del centro de acopio el señor Enrique Obando Vargas.

Muchas personas que dependen de la actividad pesquera para el sustento económico de sus hogares, se ven directamente afectados por la contaminación del canal, donde un aspecto que lo promueve es la contaminación por residuos derramados. De éste modo, especies acuíferas de Tortuguero, desaparecen o emigran dificultando la pesca.

Actualmente, a pesar de las actividades del centro de acopio viéndose éstas desde el punto de vista ambiental, no existe ningún tipo de incentivo o capacitación dirigida al pueblo de Tortuguero. No existen indicios sobre la concientización social sobre la importancia de darle un buen uso y manejo a los residuos originados desde el hogar, establecimiento o comercio.

5.4.2.4 Análisis FODAL

El análisis FODAL, cuyo desglose de sílabas establece fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; posee dos partes fundamentales de análisis. La parte interna, que tiene que ver con las fortalezas y debilidades del proyecto sobre las cuales se posee un grado de control y la parte externa que establece las oportunidades que ofrece el mercado al proyecto y aquellas amenazas a enfrentar; de ahí la importancia en saber aprovechar las oportunidades para disminuir las amenazas. Adicionalmente, existen limitaciones que engloban la actividad.

Fortalezas del proyecto

- El centro de acopio, cuenta con el capital para poder ejercer sus funciones e invertir
- Se cuenta con el recurso humano necesario, para llevar a cabo las diferentes actividades requeridas.
- Poseen una distribución adecuada de las diferentes funciones a realizar dentro del centro de acopio.
- El centro de acopio, cuenta con ayuda financiera por parte de la municipalidad de Guápiles para el pago de dos trabajadores del centro de acopio.
- La operación cuenta con costos bajos para la actividad.
- El centro de acopio, posee instalaciones, equipo y cuadraciclo propio.
- Recibe apoyo para la disposición de desechos no reciclables, por parte de la municipalidad de Guápiles.
- Cuentan con el apoyo de la Caribbean Conservation Corporation (CCC), quien les proporciona un terreno para las instalaciones del sistema de compostaje.

Debilidades del proyecto

- El centro de acopio, no cuenta con sistemas de información adecuados sobre la actividad.
- El centro de acopio no posee un plan estratégico, que permita direccionar la actividad en la búsqueda del mejoramiento del desempeño y mejor uso de los recursos.
- El lugar no goza de una maquinaria sofisticada acorde con las actividades a realizar
- El sustento del proyecto, caso del cobro por recolección a la comunidad, no tiene un sustento legal que lo respalde.
- El centro de acopio no tiene la capacidad para recibir y dar un trato a los residuos sólidos orgánicos de los hoteles de Tortuguero.
- Muchos de los empleados del centro de acopio, no cuentan con un seguro laboral que los respalde.

- El personal del centro de acopio, no recibe ningún tipo de capacitación ni incentiación durante la realización de sus labores.
- No existe una concientización laboral, sobre las adecuadas prácticas sanitarias dentro del centro de acopio.

Oportunidades del Proyecto

- La actividad no requiere de proveedores que vallan a limitar o condicionar la misma, en caso de incumplimiento o pérdida.
- El centro de acopio, no cuenta con canales de distribución sofisticados. Los residuos salen de planta para llegar al cliente o destino final.
- El mercado del reciclaje o reutilización de los residuos, es un mercado en aumento.
- El centro de acopio en Tortuguero, es único en la comunidad y no cuenta con ningún tipo de competidor directo ni indirecto.
- Disponibilidad de materiales que pueden destinarse como materia prima en procesos de reciclaje o reutilización en la comunidad, como el caso del cartón y papel para la producción de papel maché utilizado para hacer artesanías.
- Se cuenta con el apoyo de empresas para el establecimiento y operación de actividades tendientes a la mitigación del impacto ambiental que pueda ocasionar un mal manejo de los residuos.

Amenazas del proyecto

- La actividad del centro de acopio, no cuenta con un respaldo fuerte por parte del gobierno.
- La ubicación geográfica de la zona, imposibilita mejor comunicación con proveedores, clientes o cualquier otra persona de interés
- Los costos de trasladar los materiales o residuos, son altos dados a la limitante del transporte que únicamente puede ser por lancha.
- Sedimentos arrastrados al canal por parte del río Parismina, causa dificultad para el traslado en lancha desde Tortuguero hacia Caño Blanco.

- Clientes insatisfechos por la tarifa de recolección o el servicio recurren a demandas legales en contra de la actividad.
- No existen vías adecuadas de comunicación interna, dentro de la comunidad de Tortuguero como tal.

Limitaciones del proyecto

- Dadas las condiciones del lugar, no existe un ente o persona indicada que capacite al personal del centro de acopio.
- La legislación costarricense, no favorece el desarrollo integral de este tipo de iniciativas dentro de zonas de conservación.
- El centro de acopio está ubicado en una zona de vulnerabilidad ecológica y ambiental.
- No existen vías de comunicación terrestres, sólo aéreas, por medio de avionetas o por lancha

5.4.2 Análisis del Tratamiento Propuesto

El sistema de compostaje, utilizado como una opción de tratamiento de los residuos orgánicos, nace como una idea de mejoramiento en los procesos realizados en el centro de acopio, en dónde se pretende dar un valor agregado a las actividades realizadas.

Entre los métodos posibles por realizar, se eligió el compostaje debido a que según las condiciones y facilidades del lugar como espacio geográfico, tipo de clima, acceso de la zona, la actividad turística entre otros, es el más factible como proyecto.

Por su parte, el señor Vargas, de antemano ha realizado varias investigaciones que preliminarmente lo hacen concluir que el compostaje es el mejor método a implementar en el centro de acopio, éste realizado, mediante la utilización de microorganismos eficientes.

Los microorganismos eficientes son suministrados por un distribuidor asociado con la Universidad la EARTH (Universidad Escuela Agrícola de la Región del Trópico Húmedo), y son un medio para producir abono orgánico a partir de la descomposición de la materia sin la tanta generación de malos olores y de forma rápida.

El compostaje a realizar, consistirá en una infraestructura de cuatro camas que pueda tener la capacidad para tratar las cantidades de residuos generadas en dos meses por la comunidad de Tortuguero. Si bien es cierto, el abono orgánico puede tardar menos tiempo en prepararse, dadas las inclemencias del clima y posibles atrasos en el proceso, las camas tendrán la capacidad para abarcar dos meses de producción de residuos. El abono orgánico generado será vendido a personas interesadas.

Dichas camas serán construidas en una zona perteneciente al Caribbean Conservation Corporation (CCC), el cual es un ente creado con el fin de proteger la tortuga que llega a la comunidad de Tortuguero. La CCC, cuenta con un terreno de más de dos hectáreas, sin construcción dentro de la misma comunidad y está dispuesto a donar un espacio de sus tierras para la implementación de éste tratamiento de compostaje, siempre y cuando no sea alterada su vegetación en gran escala, es decir, no pueden talarse aquellos árboles de edad adulta, ni de importancia natural. Dicho terreno se encuentra aproximadamente a 600 metros del centro de acopio.

La materia prima a utilizar para el sistema de tratamiento son:

- Los residuos sólidos orgánicos preferiblemente molidos.
- Los microorganismos eficientes (EM).
- El carbonato de calcio.
- Residuos de madera que por su pequeña cantidad de generación, pueden ser aprovechados para la elaboración de compostaje en lugar del aserrín comúnmente recomendado.

Para el caso específico de los microorganismos eficaces, es importante diluirlos en una proporción de 1:18, es decir, cada litro de EM debe ser diluido en 18 litros de agua, posteriormente la mezcla debe de ser almacenada en un lugar fresco lo más herméticamente posible. A continuación se presenta una fotografía del contenedor de los microorganismos eficaces diluidos para la elaboración de abono orgánico:



Fotografía 11. Estación de almacenamiento de EM diluidos.

Fuente: El autor, 2010.

Así mismo, el siguiente cuadro, presenta las cantidades recomendadas de materias primas para la elaboración del compostaje:

Cuadro 17. Cantidades de Materias Primas requeridas para el Tratamiento de Compostaje

POR CADA 100 Kg DE RESIDUOS			
Materia Prima	Porcentaje	Cantidad	Unidad
Madera o aserrín	7.00%	7.00	Kilogramos
Microorganismos Eficaces	5.00%	5.00	Litros
Carbonato de Calcio	0.50%	0.50	Kilogramos

Fuente: Universidad EARTH, 2010.

La preparación del compostaje lleva un proceso sencillo, donde los residuos y la madera son molidos, posteriormente, dentro de las camas se hacen pequeñas capas con los residuos, madera, carbonato de calcio y EM. Dependiendo de la cantidad de residuos pueden realizarse dos o tres capas con las materias primas. Para lograr la temperatura deseada es importante que las camas sean tapadas debidamente con plástico. En los días iniciales es importante que se realicen volteos periódicos cada cuatro o cinco días.

Es importante además, que de forma semanal se apliquen pequeños rocíos de EM a toda la mezcla. Puede ser utilizado un 2% del total de residuos correspondiente a dos litros diluidos de microorganismos eficaces

Así mismo, la maquinaria e implementos requeridos para el sistema son el cuadraciclo con la carreta o cualquier otro tipo de transporte para llevar los residuos desde el centro acopio hasta las composteras, palas para la remoción del abono, recipientes recolectores de lixiviados, equipo de limpieza, plásticos e utensilios para el empaque del abono.

Es importante, que el operario encargado del manejo y cuidado de las composteras, maneje la información necesaria sobre el proceso requerido en la obtención de abono orgánico a partir de residuos. Además debe ser muy cuidadoso en el volteo del abono para promover la aireación y temperatura adecuada del sistema, además de evitar que algún tipo de animal como aves o roedores ocasionen daños importantes a las instalaciones y su contenido.

Así mismo el de compostaje establece las siguientes entradas y salidas del proceso:

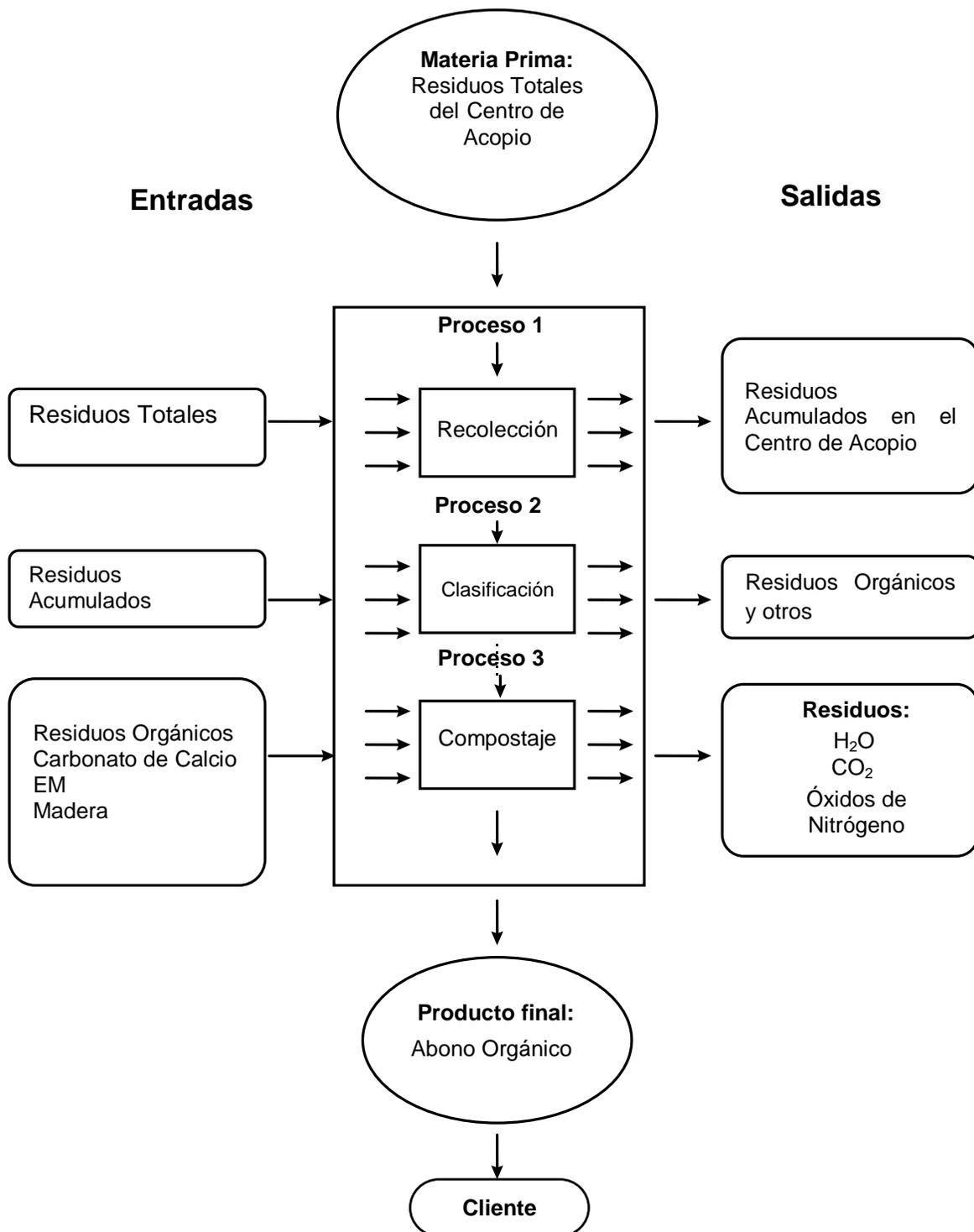


Figura 5. Salidas y Entradas del Sistema de Compostaje

Fuente: El autor, 2010.

5.4.2.1 Aspectos Ambientales ligadas al proyecto

La concientización ambiental, así como se ha aclarado a lo largo del proyecto, es un aspecto muy importante a considerar, a la hora de implementar algún plan o estudio en la comunidad de Tortuguero dado su origen como parque nacional de Costa Rica, la llegada de diversas especies de tortugas y por ende la gran atracción turística de la zona.

Al implementar un tratamiento de compostaje, bajo las características establecidas en el presente estudio, existen desde la perspectiva ambiental un conjunto de beneficios no sólo para el proyecto sino también para la comunidad en general y en aspectos más macros, fortalece la imagen de país conservacionista que ostenta Costa Rica.

La visión del proyecto de compostaje, va orientada en construir un lugar que rodeado de naturaleza y belleza escénica, cumpliendo con todas las especificaciones de higiene y buen manejo, sea un centro de atracción al turismo mayormente extranjero, en dónde puedan observar todo el tratamiento dado a los residuos de comida en general y verlo como una actividad ejemplo para muchas zonas que no buscan una opción alternativa ante el manejo y destino final de residuos.

Otra de las ventajas ambientales que deben ser consideradas con la creación del proyecto de compostaje, es que al tratar los residuos en el mismo pueblo y no ser transportados en lancha, se elimina el riesgo de contaminación en el canal de Tortuguero.

Adicionalmente, al evitar un riesgo de contaminación, también se estaría evitando la muerte de todas aquellas especies que viven en el canal. Partiendo de que una de las actividades principales de Tortuguero, es la pesca, como sustento único de muchas familias, la conservación del canal es un tema de interés ambiental importante.

Es importante también considerar, que desde una perspectiva ambiental, se está reduciendo la cantidad de viajes en lancha destinados para el transporte de los residuos sólidos

orgánicos. De éste modo, con base al peso de los residuos orgánicos, y según el costo de ¢15,000 el viaje en lancha, se produce un ahorro de ¢47 085 por viaje, lo cual sería reflejado en ¢1 130, 040 al año.

Además reflejando este costo también disminuye la cantidad de combustibles fósiles consumidos por la lancha para el transporte. Cada viaje de lancha consume entre 100 a 120 litros de gasolina, incluyendo la ida y vuelta. En la fecha del mes de Abril se registró un precio del litro de gasolina por ¢480, lo cual establece un gasto total entre ¢48,000 hasta ¢57,600 por viaje.

Así mismo, al ser éstos, los residuos generadores de malos olores, dada su descomposición, se disminuye el descontento del turista en el desembarcadero de Caño Blanco, al no tener que tolerar durante varios minutos la corriente de malos olores generados en el lugar, mientras se da el transbordo de los visitantes al transporte terrestre.

Además, contando con el sistema de compostaje, el tratamiento puede darse con una frecuencia tal, que la generación de lixiviados puede ser controlada, desencadenando a la vez mayor higiene al centro de acopio y menos riesgo de propagación de enfermedades en el lugar así como la disminución de focos de contaminación como presencia de roedores, aves o cualquier otro tipo de animal que pudiese verse atraído por los residuos orgánicos almacenados.

El abono orgánico generado a raíz del compostaje, puede ser una excelente opción, en donde algún sitio de la comunidad sea asignado para jardines o cultivos dándole uso a dichos abonos orgánicos y no abonos sintéticos. Ésta propuesta, puede formar parte de las grandes atracciones turísticas de la zona, así como puede ser considerado como una opción de negocio al vender no sólo el abono sino también alimentos, plantas o flores cultivadas a base del mismo.

Otra ventaja ambiental ligada al proyecto, es que se aseguraría un tratamiento adecuado de los residuos que en comparación con el destino actual de los mismos, no se está dando, ya sea por el manejo inadecuado dado por el señor a quién se le regalan los residuos orgánicos o por el simple hecho de disminuir la cantidad de residuos y por ende de lixiviados que llegan al vertedero. De este modo, se le estaría dando un aprovechamiento real a los residuos que generan beneficios para la misma comunidad productora de los mismos.

5.4.2.3 Aspectos Sociales Ligadas al Proyecto de Compostaje

Desde la perspectiva social, existen un conjunto de situaciones positivas en torno a la creación del sistema de compostaje.

En un inicio, la actividad del compostaje promueve la generación de empleo ya que para las distintas actividades por realizar es importante contar con la presencia de un mínimo de dos personas que en forma conjunta se encarguen de darle el tratamiento adecuado a aproximadamente 4822 kg de residuos bimestrales. Es preciso separar los residuos, molerlos, transportarlos hasta las instalaciones del compostaje, incorporarlos a las camas, darles el volteo y mantenimiento necesario, así como sacar el abono, empacarlo y distribuirlo al cliente comprador. Así mismo, la elaboración de abono orgánico puede generar actividades secundarias que generarán también opciones de empleo como lo es el cultivo de alimentos de carácter orgánico, la creación de jardines, viveros, entre otros.

Otro punto a considerar, es que un proyecto con éstas características, sirve como un incentivo valioso no sólo para aquellas personas que están ligadas directamente al mismo, sino para todas aquellas personas que viven o son parte de la vida en Tortuguero. Un proyecto con fines no solo lucrativos sino también desde una perspectiva ambiental es un gran ejemplo a seguir en una comunidad tan pequeña. De este modo puede crearse un mayor grado de consciencia por parte de muchas personas que en la actualidad no valoran la importancia del cuidado y la conservación de nuestro medio natural.

Adicionalmente, al disminuir la contaminación generada en el canal, muchas familias dedicadas a la pesca como sustento alternativo o único del hogar, se ven beneficiadas ya que se promueve la vida de especies acuíferas en las aguas, disminuyendo el riesgo de enfermedades que maten las especies o causen la emigración hacia otras aguas.

Además, el tratamiento de los residuos tiende a disminuir la incidencia de roedores o insectos propagadores de enfermedades en el centro de acopio.

Finalmente otro beneficio a considerar, es que al generar menor contaminación por el efecto de la descomposición de la materia orgánica, la población cercana se beneficia en poseer un menor riesgo de propagación de enfermedades, ya que los lixiviados que se generan por los residuos sólidos orgánicos pueden dar pie para el crecimiento del mosquito del dengue, el cual es común encontrarlo en lugares tan lluviosos como Tortuguero.

De este modo, el proyecto de compostaje va a promover como tal, un ambiente sano y acogedor para el desarrollo social de la comunidad de Tortuguero, así como de sus visitantes sean éstos nacionales o extranjeros. Por lo tanto, el centro de acopio en su posición como actividad económica cumple con una responsabilidad social empresarial en el pueblo de Tortuguero.

5.4.3 Análisis Comparativo

Como una forma de mejor análisis, sobre las condiciones ambientales y sociales positivas a raíz de la implementación del tratamiento de compostaje, se confeccionó un cuadro comparativo que permita ligar uno a uno los elementos de mayor importancia para el centro de acopio con sus colaboradores, diferentes empresas como hoteles o comercios, y la comunidad de Tortuguero en general.

Por lo tanto, con base en todos los aspectos anteriormente mencionados, el cuadro comparativo podrá evaluar, los diferentes aspectos ambientales y sociales ligados al manejo actual que se le dan a los residuos sólidos orgánicos y el futuro tratamiento de compostaje para la elaboración de abono orgánico.

A continuación se detalla el cuadro comparativo de las dos alternativas en estudio:

Cuadro 18. Cuadro comparativo entre el manejo de residuos orgánicos actual y el manejo de residuos con tratamiento de compostaje

	Manejo Actual de los Residuos Orgánicos en el Centro de Acopio	Compostaje para los Residuos Orgánicos del Centro de Acopio		Manejo Actual de los Residuos Orgánicos en el Centro de Acopio	Compostaje para los Residuos Orgánicos del Centro de Acopio
Aspectos Ambientales a considerar	Falta de conciencia ambiental por parte de los trabajadores y la comunidad	Mayor conciencia ambiental por parte de los trabajadores y la comunidad	Aspectos Sociales a considerar	Inexistencia de un plan de capacitación al personal	Capacitación al personal
	Deficiente control sobre malos olores por lixiviados	Mayor control sobre malos olores por lixiviados		Mayor contaminación en el lugar de trabajo	Reducción de la contaminación en el lugar de trabajo
	Riesgo de contaminación en el canal por navegación en lancha	Menor contaminación en el canal por navegación en lancha		Generación Mínima de empleo	Mayor generación de empleo
	Alta probabilidad de contaminación del canal con residuos orgánicos	Minimiza el riesgo de contaminación al canal con residuos orgánicos		La contaminación del canal como perjuicio de la actividad pesquera del canal en el largo plazo	Beneficio a la actividad pesquera del canal
	Riesgo de muerte de especies acuíferas a raíz de residuos e hidrocarburos	Conservación de vida para especies acuíferas a raíz de residuos e hidrocarburos		Mayor riesgo para la propensión de enfermedades	Disminución del riesgo para la propensión de enfermedades
	Control insuficiente sobre propagación de roedores, insectos u otros animales.	Mayor control sobre propagación de roedores, insectos u otros animales.		Poca atención al manejo estético en el procesamiento de residuos	Mejoramiento escénico de la Comunidad de Tortuguero
	Deficiente tratamiento a los residuos orgánicos	Se da un tratamiento real a los residuos		Sirve como una iniciativa para el manejo adecuado de los residuos	Promueve una iniciativa tanto social como ambiental para el manejo de los residuos

Fuente: El autor, 2010.

Con los anteriores resultados, se respalda la importancia en implementar en la comunidad de Tortuguero el tratamiento de los residuos por medio de compostaje, ya que evidentemente existen muchas ventajas sociales y ambientales ligadas al proyecto, en

dónde un grupo focal realizado con profesionales expertos o con gran experiencia en temas ambientales y el manejo de residuos hicieron una priorización sobre aquellos aspectos de mayor relevancia para el pueblo de Tortuguero.

Aquellos aspectos sociales que fueron más relevantes según los expertos en orden respectivo fueron:

- La generación de empleo en la comunidad de Tortuguero.
- La capacitación al personal ligado directa o indirectamente con el proyecto de compostaje.
- El evitar la propagación de enfermedades a causa de los residuos orgánicos en descomposición.

Además, aquellos aspectos ambientales que fueron más relevantes según los expertos en orden respectivo fueron:

- El aporte del proyecto para la generación de una conciencia ambiental por parte de los colaboradores y toda la comunidad de Tortuguero en general.
- La disminución de la contaminación por hidrocarburos en el canal de Tortuguero a raíz de la navegación de las lanchas.
- La muerte de especies acuíferas a raíz de la contaminación del canal con hidrocarburos y residuos sólidos orgánicos.

De este modo se contempló mediante el método comparativo y de priorización que aquellos aspectos que se consideraron más importantes para el pueblo, están presentes de una manera positiva con la implementación del tratamiento de compostaje.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.

1. El centro de acopio y área de compostaje deben de contar de forma permanente con un sistema de registros de sus actividades, ya que un instrumento de registro, permite tener un mayor control sobre la actividad, formando un historial de información que permita realizar comparaciones de datos mediante el análisis de comportamientos, además de ajustes o modificaciones en el proceso, la toma de decisiones y también permite facilitar datos reales a personas terceras, en caso de ser requerido por el centro de acopio.
2. El centro de acopio, maneja la mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos en la primera y tercera semana de cada mes, siendo éste un comportamiento estacional mensual, debido a la influencia turística generada y al mayor consumo de la población en las fechas de pago salarial.
3. El pronóstico estadístico definió para la comunidad de Tortuguero, una producción de 33,43 toneladas de residuos orgánicos por año.
4. El mayor porcentaje en peso, de los residuos sólidos totales manejados en el centro de acopio, corresponde a un 31,39% de residuos sólidos orgánicos.
5. El pronóstico con regresión lineal y mediante un intervalo de confianza, establece una cantidad desde 4,728 hasta 4822 kilogramos de residuos orgánicos bimestrales manejados en el centro de acopio.
6. Para unas dimensiones de 3.50 metros de largo, 0.80 metros de ancho y 0.5 metro de alto se requieren de cuatro camas de concreto construidas por el centro de acopio, para tratar hasta 4,822 kilogramos de residuos sólidos bimestrales.

7. El abono orgánico originado de las pruebas de compostaje, según sus pruebas de análisis de laboratorio, posee las características necesarias para ser utilizado como tal para el cultivo de plantas o mejoramiento de suelos.

8. El aspecto social más importante relacionado con la implementación del compostaje para la producción de abono orgánico es la generación de empleo para la comunidad de Tortuguero.

9. El aspecto ambiental más importante relacionado con la implementación del compostaje para la producción de abono orgánico es la conciencia ambiental que el proyecto puede generar a los colaboradores del centro de acopio, empresas de la región y en general a la comunidad de Tortuguero.

10. El proyecto de compostaje de residuos sólidos orgánicos generará impactos sociales y ambientales positivos para la comunidad de Tortuguero.

CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES.

1. El centro de acopio, deberá manejar un sistema de información y registro digital, ya que conforme se valla almacenando mayores cantidades de información, el manejo digital de la información se vuelve más fácil y rápido. Así mismo, se estaría ahorrando el consumo de grandes cantidades de papel así como un espacio físico de almacenamiento.
2. Las instalaciones de compostaje, deben ser construidas sobre basas o pilotes de cemento, de éste modo, se evita el riesgo de inundación en las mismas. Además, el largo de las camas deben ir construidas en posición de norte a sur para que el sol apunte durante todo el día de forma homogénea a todos los residuos en descomposición. De igual modo, el techo de las instalaciones debe ser movable o desplegable con canales adecuados para la recolección de lixiviados.
3. Es importante, establecer un sistema permanente de pruebas de laboratorio para el abono orgánico producido, a fin de obtener datos más certeros sobre su composición y su adecuada formulación, además de ser una información valiosa para los futuros clientes comercializadores del producto.
4. El proyecto de tratamiento de residuos por medio del compostaje, debe ser divulgado a los diferentes comercios, hoteles y el pueblo en general como una alternativa favorable para la comunidad tanto desde la perspectiva social como la ambiental. De éste modo, puede generarse un mayor apoyo al proyecto de un modo conjunto.
5. El abono orgánico producido, además de generar ingresos por motivos de su venta, es un elemento que puede dar pie a otras actividades lucrativas a favor del centro de acopio o vecinos como la creación de viveros o jardines dirigidos al turismo y

comunidad. Así mismo, debe considerarse la opción de dar el servicio de tratamiento a los residuos orgánicos de los diferentes hoteles de Tortuguero. La actividad debe ser realizada con base en un plan estratégico adecuado.

6. Los lixiviados generados a raíz de la descomposición de la materia orgánica, son una fuente de nutrición que puede ser empleada como un biofermento de aplicación a plantas o árboles, dotándoles de una nutrición extra en su desarrollo.
7. El centro de acopio, en colaboración con otras empresas interesadas y la comunidad en general, se deben organizar para la búsqueda de apoyo en temas de preparación y capacitación ambiental. Un método de capacitación eficiente, puede crear conciencia en todas aquellas personas que aún no quieren ser parte de la conservación ambiental de la región de Tortuguero.
8. Establecer un programa permanente de capacitación e incentivos para el operario encargado del manejo y cuidado de las composteras, así como para todos aquellos colaboradores involucrados en el proceso de abono orgánico. Todas las personas involucradas deben ser aseguradas según las especificaciones de ley en Costa Rica,
9. Iniciar un proceso de investigación y negociación por parte del encargado del centro de acopio, con todas aquellas instituciones involucradas y rectoras de los temas ambientales, de tratamiento de residuos y de parques nacionales y áreas de conservación, para ajustar el proyecto al cumplimiento de legalidad que se requiera en nuestro país, para así evitar posteriores problemas legales que eviten su funcionamiento; incidiendo si es el caso, en política pública para que en Costa Rica se generen las condiciones legales para que este tipo de iniciativas puedan operar en el marco legal y apoyadas por los correspondientes organismos rectores.

APÉNDICES.

Apéndice I. Autocorrelación de Datos

Semana	Yt	Yt-1	Yt-2	Yt-3	Yt-4
1	430.00				
2	473.00	430.00			
3	780.00	473.00	430.00		
4	537.00	780.00	473.00	430.00	
5	586.00	537.00	780.00	473.00	430.00
6	574.00	586.00	537.00	780.00	473.00
7	724.00	574.00	586.00	537.00	780.00
8	438.00	724.00	574.00	586.00	537.00
9	527.00	438.00	724.00	574.00	586.00
10	464.00	527.00	438.00	724.00	574.00
11	756.00	464.00	527.00	438.00	724.00
12	518.00	756.00	464.00	527.00	438.00
Total	6,807.00				
Promedio	567.25				

r1				r2				r3				r4			
(Yt-X)	(Yt-1-X)	(Yt-X)2	(Yt-X)*(Yt-1-X)	(Yt-1-X)	(Yt-2-X)	(Yt-1-X)2	(Yt-1-X)*(Yt-2-X)	(Yt-2-X)	(Yt-3-X)	(Yt-2-X)2	(Yt-2-X)*(Yt-3-X)	(Yt-3-X)	(Yt-4-X)	(Yt-3-X)2	(Yt-3-X)*(Yt-4-X)
-137.25		18,837.56													
-94.25	-137.25	8,883.06	12,935.81	-137.25		18,837.56									
212.75	-94.25	45,262.56	-20,051.69	-94.25	0.76	8,883.06	-71.45	-137.25		18,837.56					
-30.25	212.75	915.06	-6,435.69	212.75	0.83	45,262.56	177.40	-94.25	-137.25	8,883.06	12,935.81	-137.25		18,837.56	
18.75	-30.25	351.56	-567.19	-30.25	1.38	915.06	-41.60	212.75	-94.25	45,262.56	-20,051.69	-94.25	-137.25	8,883.06	12,935.81
6.75	18.75	45.56	126.56	18.75	0.95	351.56	17.75	-30.25	212.75	915.06	-6,435.69	212.75	-94.25	45,262.56	-20,051.69
156.75	6.75	24,570.56	1,058.06	6.75	1.03	45.56	6.97	18.75	-30.25	351.56	-567.19	-30.25	212.75	915.06	-6,435.69
-129.25	156.75	16,705.56	-20,259.94	156.75	1.01	24,570.56	158.62	6.75	18.75	45.56	126.56	18.75	-30.25	351.56	-567.19
-40.25	-129.25	1,620.06	5,202.31	-129.25	1.28	16,705.56	-164.97	156.75	6.75	24,570.56	1,058.06	6.75	18.75	45.56	126.56
-103.25	-40.25	10,660.56	4,155.81	-40.25	0.77	1,620.06	-31.08	-129.25	156.75	16,705.56	-20,259.94	156.75	6.75	24,570.56	1,058.06
188.75	-103.25	35,626.56	-19,488.44	-103.25	0.93	10,660.56	-95.92	-40.25	-129.25	1,620.06	5,202.31	-129.25	156.75	16,705.56	-20,259.94
-49.25	188.75	2,425.56	-9,295.94	188.75	0.82	35,626.56	154.39	-103.25	-40.25	10,660.56	4,155.81	-40.25	-129.25	1,620.06	5,202.31
0.00		165,904.25	-52,620.31	49.25		163,478.69	110.12	-139.50		127,852.13	-23,835.94	-36.25		117,191.56	-27,991.75

Fuente: El autor, 2010.

Apéndice 2. Análisis Químico del Abono Orgánico





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES
REPORTE DE ENSAYO
 CIA-SC12-01-I01-R01 (v3)

Nº DE REPORTE: 35489
 USUARIO: DANIELA VILLEGAS HERNANDEZ

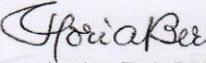
RESPONSABLE: DANIELA VILLEGAS
 CORREO: davipk@gmail.com
 TELÉFONO: 8996-1365

PROVINCIA: LIMON
 CANTÓN: POCOCCI

CULTIVO: ABONO SÓLIDO

ANÁLISIS: QC,pH+CE
 FECHA RECEPCIÓN: 17/03/2010
 EMISIÓN DE REPORTE: 26/03/2010
 Nº DE MUESTRAS TOTAL 1
 PÁGINA: 1/2

ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS												
ID USUARIO	IDLAB	% ¹						mg/Kg				
		N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
SOL: ABONO TORTUGUERO	AO-10-00098	1,16	0,18	1,37	0,36	0,33	0,13	20024	25	242	213	48



Ing. Agr. Floria Bertsch
 COORDINADORA, LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES

1. Las unidades están expresadas en base seca, en m/m. 2. Procedimiento: en sólidos, N por combustión seca de acuerdo al CIA-SC09-01-01-P06; y en líquidos, por P, Ca, Mg, K, S, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B y Al por digestión húmeda por Espectrofotometría de Emisión Atómica con Plasma de acuerdo al CIA-SC09-01-01-P10.
 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia de las muestras es de 30 días después de entregar el Reporte de Ensayo. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original firmado y sellado, cuando el usuario solicita el envío del reporte por fax o por correo electrónico el Laboratorio no se hace responsable de su confidencialidad.

Teléfonos: (506) 2511-3061, 2511-2050, 2511-2051 • Fax: (506) 2234-1627
 Recepción de muestras: 2511-2054

Fuente: CIA, 2010.

Apéndice 3. Análisis de pH, CE y Humedad del Abono Orgánico





**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**



LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES

REPORTE DE ENSAYO

CIA-SC12-01-101-R01 (v3)

Nº DE REPORTE: 35489

USUARIO: DANIELA VILLEGAS HERNANDEZ

RESPONSABLE: DANIELA VILLEGAS
CORREO: davipk@gmail.com
TELÉFONO: 8996-1365

PROVINCIA: LIMON
CANTÓN: POCOCI

CULTIVO: ABONO SOLIDO

ANÁLISIS: QC,pH+CE

FECHA RECEPCIÓN: 17/03/2010

EMISIÓN DE REPORTE: 26/03/2010

Nº DE MUESTRAS TOTAL: 1

PÁGINA: 2/2

ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS				
ID USUARIO	IDLAB	% HUM	H ₂ O pH	mS/cm CE
SOL: ABONO TORTUGUERO	AO-10-00098	70	7,6	1,8



Ing. Agr. Floria Bertson
COORDINADORA, LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES

1. Los Resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 2. El tiempo de custodia de las muestras es de 30 días después de entregar el Reporte de Ensayo. Cuando el usuario solicita el envío del reporte por fax o por correo electrónico el Laboratorio no se hace responsable de su confidencialidad.

Teléfonos: (506) 2511-3061, 2511-2050, 2511-2051 • Fax: (506) 2234-1627

Recepción de muestras: 2511-2054

Fuente: CIA, 2010.

Apéndice 4. Pronóstico Bimestral de las Cantidades de Residuos a Tratar

Semana	Datos	Mensual	Bimestral
1	430.00	2,220.00	4,542.00
2	473.00		
3	780.00		
4	537.00		
5	586.00	2,322.00	
6	574.00		
7	724.00		
8	438.00		
9	527.00	2,265.00	4,585.56
10	464.00		
11	756.00		
12	518.00		
13	523.78	2,320.56	
14	514.34		
15	771.42		
16	511.02		
17	529.58	2,346.16	4,717.92
18	520.02		
19	779.92		
20	516.63		
21	535.39	2,371.76	
22	525.70		
23	788.42		
24	522.25		
25	541.19	2,397.36	4,820.32
26	531.39		
27	796.92		
28	527.86		
29	546.99	2,422.96	
30	537.07		
31	805.42		
32	533.48		
33	552.80	2,448.56	4,922.72
34	542.75		
35	813.92		
36	539.09		
37	558.60	2,474.16	
38	548.44		
39	822.42		
40	544.71		
41	564.40	2,499.76	5,025.12
42	554.12		
43	830.92		

Semana	Datos	Mensual	Bimestral
44	550.32		
45	570.21		
46	559.80		
47	839.42		
48	555.94	2,525.36	
49	576.01		
50	565.48		
51	847.92	2,550.96	
52	561.55		
53	562.96		4,811.21
54	564.36		
55	565.77	2,260.25	
56	567.17		
Intervalo de Confianza			
Promedio (X)			4,774.98
Nivel de confianza 95%			0.05
Desviación Estándar (s)			173.77
N			55.00
t Student (t)			2.00
$X \pm t \ s/\sqrt{(n-1)}$			4774.98 ± 46.96

Fuente: El autor, 2010.

Apéndice 5. Cálculo de la Densidad Promedio de los Residuos Orgánicos

CÁLCULO DE DENSIDAD				
	kg	cm3	m3	Densidad
1	18.340	18,300.000	0.0183	1002.1858
2	17.200	18,300.000	0.0183	939.8907
3	16.560	18,300.000	0.0183	904.9180
4	16.450	18,300.000	0.0183	898.9071
5	19.670	18,300.000	0.0183	1074.8634
6	18.740	18,300.000	0.0183	1024.0437
7	16.780	18,300.000	0.0183	916.9399
8	17.450	18,300.000	0.0183	953.5519
9	18.540	18,300.000	0.0183	1013.1148
10	18.890	18,300.000	0.0183	1032.2404
11	19.340	18,300.000	0.0183	1056.8306
12	17.340	18,300.000	0.0183	947.5410
13	18.670	18,300.000	0.0183	1020.2186
14	19.590	18,300.000	0.0183	1070.4918
15	16.540	18,300.000	0.0183	903.8251
16	18.850	18,300.000	0.0183	1030.0546
17	16.470	18,300.000	0.0183	900.0000
18	16.100	18,300.000	0.0183	879.7814
19	19.870	18,300.000	0.0183	1085.7923
20	16.870	18,300.000	0.0183	921.8579
21	17.000	18,300.000	0.0183	928.9617
22	15.670	18,300.000	0.0183	856.2842
23	20.000	18,300.000	0.0183	1092.8962
24	18.650	18,300.000	0.0183	1019.1257
25	18.020	18,300.000	0.0183	984.6995
26	15.590	18,300.000	0.0183	851.9126
27	16.100	18,300.000	0.0183	879.7814
28	18.650	18,300.000	0.0183	1019.1257
29	17.450	18,300.000	0.0183	953.5519
30	19.230	18,300.000	0.0183	1050.8197
31	15.450	18,300.000	0.0183	844.2623
32	18.340	18,300.000	0.0183	1002.1858
33	17.450	18,300.000	0.0183	953.5519
34	15.080	18,300.000	0.0183	824.0437
35	19.340	18,300.000	0.0183	1056.8306
36	16.100	18,300.000	0.0183	879.7814
37	17.450	18,300.000	0.0183	953.5519
38	15.130	18,300.000	0.0183	826.7760
39	16.650	18,300.000	0.0183	909.8361
40	17.560	18,300.000	0.0183	959.5628
41	18.880	18,300.000	0.0183	1031.6940
42	18.760	18,300.000	0.0183	1025.1366
TOTAL	740.810	768,600.000	0.7686	963.8434

Fuente: El autor, 2010.

Apéndice 6. Ingresos Mensuales del Centro de Acopio por Motivos de Recolección

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
1	Aguida Ortiz Gonzales	Habitación	3,000.00
2	All Ranking Lodge	Hotel	15,000.00
3	Alvin Bryan		
4	Amato López	Restaurante	12,000.00
5	Amato López Enrique	Habitación	3,000.00
6	Ana Almendares #1	Habitación	3,000.00
7	Ana Almendares #2	Habitación	3,000.00
8	Ana Almendares #3	Habitación	3,000.00
9	Ana Liby Guadamuz	Habitación	3,000.00
10	Anabell Sambola	Habitación	3,000.00
11	Anabell Sambola	Cabinas	12,000.00
12	Andrea Williams Granados	Habitación	3,000.00
13	Aninga Lodge	Hotel	50,000.00
14	Anival García Pastrana	Habitación	3,000.00
15	Antonio Castillo Cabrera		
16	Areliz Espinoza	Habitación	3,000.00
17	Areliz Mendoza	Habitación	3,000.00
18	Arlen Jimenez Moya	Actividad varia	5,000.00
19	ASVO	Habitación	3,000.00
20	Bárbara Hartung	Habitación	3,000.00
21	Baula Lodge	Hotel	75,000.00
22	Bernarda Aragón Guido	Habitación	3,000.00
23	Bill Sambola		
24	Bismar Castellón	Habitación	3,000.00
25	Bodega del ICE	Bodega	7,500.00
26	Bonny Scott	Actividad varia	6,000.00
27	C C C	Organización	35,000.00
28	Cabinas del Muellecito	Cabinas	5,000.00
29	Cabinas Princesa	Cabinas	12,000.00
30	Calipsto Vargas #1	Habitación	3,000.00
31	Calipsto Vargas #2	Habitación	3,000.00
32	Calipsto Vargas #3	Habitación	3,000.00
33	Caño Palma	Hotel	30,000.00
34	Carla Reinford	Habitación	3,000.00
35	Carlos Alemán Rivas	Habitación	3,000.00
36	Carlos Lao	Habitación	3,000.00
37	Carlos Mc Carthy	Habitación	3,000.00
38	Carlos Rivera Sandí #1	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
39	Carlos Rivera Sandí #2	Habitación	3,000.00
40	Carmen Cárdenas Sandoval	Habitación	3,000.00
41	Carmen Guido Tercera	Habitación	3,000.00
42	Carolina Tucker	Habitación	3,000.00
43	Casa de los maestros	Institución	8,000.00
44	Centro de Salud	Sede	3,000.00
45	Charian Martinez	Habitación	3,000.00
46	Clifor Vázquez Rivera	Habitación	3,000.00
47	Colegio Barra de Tortuguero	Colegio	7,000.00
48	Cristobal Torres Torres	Habitación	3,000.00
49	Cruz Antonio López	Habitación	3,000.00
50	Dagoberto Astua	Actividad varia	6,000.00
51	Dagoberto Astua	Habitación	3,000.00
52	Dalila Duarte Fernández	Habitación	3,000.00
53	Daniel Calderón	Habitación	3,000.00
54	Daniel Sosa Machado	Comercial	6,000.00
55	Danny Ranking	Habitación	3,000.00
56	Daryl R. Loth	Actividad varia	12,000.00
57	Dennis Calderón	Soda	12,000.00
58	Dennis Calderón	Habitación	3,000.00
59	Dennis Arauz Galeano	Habitación	3,000.00
60	Diana Miranda	Actividad varia	13,000.00
61	Domingo Bustos	Actividad varia	5,000.00
62	Dorling Mendoza Ramales	Habitación	3,000.00
63	Eddy Ranking Gonzales	Habitación	3,000.00
64	Edgar David Duarte	Habitación	3,000.00
65	Edwin Elizondo	Habitación	3,000.00
66	Elian Benliz Corea	Habitación	3,000.00
67	Eliecer Araya Quirós	Habitación	3,000.00
68	Eliza Albin García	Habitación	3,000.00
69	Elizabeth Bustos Venegas	Actividad varia	6,000.00
70	Elvin Gutierrez	Habitación	3,000.00
71	Elvin Gutierrez	Soda	12,000.00
72	Elvin Gutierrez	Comercio	12,000.00
73	Emilio Williams	Actividad varia	10,000.00
74	Emma Hodsson	Habitación	3,000.00
75	Emoli Tatum Castor	Habitación	3,000.00
76	Enrique Alkahan Flores	Actividad varia	6,000.00
77	Enrique Obando	Habitación	3,000.00
78	Enrique Obando - Gulach	Actividad varia	6,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
79	Enrique Obando - Carlos	Habitación	3,000.00
80	Enrique Obando - Rosa	Habitación	3,000.00
81	Enrique Obando (Julián)	Habitación	3,000.00
82	Enrique Obando (Kila)	Habitación	3,000.00
83	Enrique Obando Casa de Soda	Habitación	3,000.00
84	Enrique Obando- Juan Vivas	Habitación	3,000.00
85	Enrique Obando- Maribel	Habitación	3,000.00
86	Enrique Obando Poll	Habitación	3,000.00
87	Enrique Obando Willis	Habitación	3,000.00
88	Ernesto Castillo	Actividad varia	6,000.00
89	Escuela Barra de Tortuguero	Escuela	9,000.00
90	Eva María Cardenás Sandoval	Habitación	3,000.00
91	Evelyn Suares	Habitación	3,000.00
92	Ever Cubillo Navarro #1	Actividad varia	12,000.00
93	Ever Cubillo Navarro #2	Actividad varia	6,000.00
94	Ever Cubillo Navarro #3	Habitación	3,000.00
95	Ever Cubillo Navarro #4	Habitación	3,000.00
96	Feliciano Sambola	Habitación	3,000.00
97	Fermín Rodriguez	Habitación	3,000.00
98	Fernando Arce Gonzales	Habitación	3,000.00
99	Fernando Estrada López #1	Habitación	3,000.00
100	Fernando Estrada López #2	Habitación	3,000.00
101	Florentina Benliz	Cabinas	9,000.00
102	Francisco Espinoza	Habitación	3,000.00
103	Francisco Javier Martinez	Actividad varia	6,000.00
104	Francisco Torres	Habitación	3,000.00
105	German Benliz	Habitación	3,000.00
106	Geydili Arauz Díaz	Habitación	3,000.00
107	Gilver Molina	Habitación	3,000.00
108	Glen Moisés Casanova	Habitación	3,000.00
109	Gloria Ermelinda Moisés	Habitación	3,000.00
110	Guardería Barra de Tortuguero	Guardería	4,000.00
111	Guillermo Pineda	Habitación	3,000.00
112	Héctor Bustos Suares	Habitación	3,000.00
113	Helen Patricia Alvarado	Habitación	3,000.00
114	Herenia María Pérez	Actividad varia	6,000.00
115	ICE Teléfono	Agencia	7,500.00
116	Idalia Artavia	Actividad varia	6,000.00
117	Iglesia Adventisata del Séptimo día	Iglesia	1,500.00
118	Iglesia Evangélica	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
119	Iglesia R R	Habitación	3,000.00
120	Isabel Alemán	Habitación	3,000.00
121	Ivan Cobson	Habitación	3,000.00
122	Jazmín Amador	Actividad varia	6,000.00
123	Jeanneth Rivera Sandí	Actividad varia	6,000.00
124	Jefrey Blair Perala	Habitación	3,000.00
125	Jeison Torres Torres	Habitación	3,000.00
126	Jenifer Torres	Habitación	3,000.00
127	Jenny Maden	Soda	15,000.00
128	Jenny Maden	Habitación	3,000.00
129	Jesús Urbina	Habitación	3,000.00
130	Johnny Gutierrez	Habitación	3,000.00
131	Jorge Brenes	Habitación	3,000.00
132	Jorge Bryan		
133	Jose Ángel Méndez	Comercio	6,000.00
134	Jose Luis Alvarado Peralta	Habitación	3,000.00
135	José Servando Urbina López	Habitación	3,000.00
136	Juan José Atencio Obando	Actividad varia	15,000.00
137	Juan Robles	Restaurante	10,000.00
138	Juan Torres	Habitación	3,000.00
139	Juan Trejos Mora	Actividad varia	12,000.00
140	Juana Martinez	Habitación	3,000.00
141	June Hunter Tatum	Habitación	3,000.00
142	Justo Germán Blandod	Habitación	3,000.00
143	Justo Pastor Espinoza	Actividad varia	6,000.00
144	Katy Sambola	Cabinas	12,000.00
145	Katy Sambola	Habitación	3,000.00
146	Katy Sambola #1	Habitación	3,000.00
147	Katy Sambola #2	Habitación	3,000.00
148	Katy Sambola #3	Habitación	3,000.00
149	Kenyi Brayan	Habitación	3,000.00
150	Kotuma S A	Hotel	150,000.00
151	Kupia Kum	Hotel	175,000.00
152	Leo Bustos	Comercial	6,000.00
153	Leopoldo Mena Ballestero	Habitación	3,000.00
154	Lester Alvarado Alemán	Habitación	3,000.00
155	Lorenzo Robles Espinoza	Habitación	3,000.00
156	Los Balcones de Jacob	Comercial	6,000.00
157	Lester Alvarado Alemán	Comercial	13,000.00
158	Lucía Cárdenas Sandoval	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
159	Luis Alvarado Mungrillo #1	Habitación	3,000.00
160	Luis Emilio Aguilar #1	Actividad varia	6,000.00
161	Luis Emilio Aguilar #2	Habitación	3,000.00
162	Luis Emilio Aguilar #3	Actividad varia	6,000.00
163	Luis Emilio Aguilar #4	Habitación	3,000.00
164	Luis Leiva Rodriguez	Habitación	3,000.00
165	Luis Meléndez Suares	Habitación	3,000.00
166	Luis Mungrillo #2	Habitación	3,000.00
167	Luis Mungrillo #3	Habitación	3,000.00
168	Luis Mungrillo #4	Habitación	3,000.00
169	Luis Mungrillo #5	Habitación	3,000.00
170	Luis Sequeira Sequeira #1	Habitación	3,000.00
171	Luis Sequeira Sequeira #2	Habitación	3,000.00
172	Luis Sequeira Sequeira #3	Habitación	3,000.00
173	Luis Torres Raúl - Doña Ana	Habitación	3,000.00
174	Luz Denia Alfaro Moya	Habitación	3,000.00
175	Macrina Fernández (Jerry)	Habitación	3,000.00
176	Macrina Fernández-Arley Orlando	Habitación	3,000.00
177	Maicol Bennet	Habitación	3,000.00
178	Manatus	Hotel	50,000.00
179	Manfred Jiménez Meza #1	Habitación	3,000.00
180	Manfred Jiménez Meza #2	Habitación	3,000.00
181	Manuel Jiménez Sánchez #1	Habitación	3,000.00
182	Manuel Jiménez Sánchez #2	Habitación	3,000.00
183	Marcos Centeno	Habitación	3,000.00
184	Margarita García García	Habitación	3,000.00
185	María Estrada	Actividad varia	10,000.00
186	María Eugenia Alemán #1	Habitación	3,000.00
187	María Eugenia Alemán #2	Habitación	3,000.00
188	María Eugenia Alemán #3	Habitación	3,000.00
189	María Eugenia Alemán #4	Habitación	3,000.00
190	María Magdalena Benavides S.	Actividad varia	12,000.00
191	María Rodriguez		
192	Maribel Albir Sotelo	Actividad varia	10,000.00
193	Maribel Albir Sotelo (Nuevo)	Actividad varia	7,000.00
194	Marielos Alemán	Actividad varia	7,000.00
195	Marielos Torres	Habitación	3,000.00
196	Marlen Aguilar Rodriguez	Habitación	3,000.00
197	Martha Pastora Seiza Regidor	Habitación	3,000.00
198	Mauricio Dada #1	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
199	Mauricio Dada #2	Habitación	3,000.00
200	Mauricio Dada #3	Habitación	3,000.00
201	Melvin Díaz Pineda	Habitación	3,000.00
202	Meybel Medina	Actividad varia	10,000.00
203	Miguel Moisés	Habitación	3,000.00
204	Miguel Moisés	Habitación	3,000.00
205	Miguel Moisés	Habitación	3,000.00
206	Miguel Moisés	Habitación	3,000.00
207	Miguel Moisés	Habitación	3,000.00
208	Miguel Moisés (casa nueva)	Habitación	3,000.00
209	Miguel Moisés Bochinché	Actividad varia	8,000.00
210	Miguel Moisés Edwin	Habitación	3,000.00
211	Miguel Moisés Kaki	Habitación	3,000.00
212	Miguel Sánchez	Habitación	3,000.00
213	Miriam Almendares #1	Habitación	3,000.00
214	Miriam Almendares #2	Habitación	3,000.00
215	Miriam Almendares #3	Habitación	3,000.00
216	Miriam Almendares #4	Habitación	3,000.00
217	Miriam Almendares #5	Habitación	3,000.00
218	Miriam Almendares #6	Habitación	3,000.00
219	Miriam Almendares #7	Habitación	3,000.00
220	Miriam Almendares #8	Habitación	3,000.00
221	Miriam Almendares #9	Habitación	3,000.00
222	Miriam Almendares #10	Habitación	3,000.00
223	Miriam Almendares #11	Habitación	3,000.00
224	Miriam Almendares #12	Habitación	3,000.00
225	Miriam Sabola	Habitación	3,000.00
226	Miriam Sambola	Habitación	3,000.00
227	Miriam Sambola	Habitación	3,000.00
228	Miss Junie	Comercio	20,000.00
229	Morena Borghi #1	Cabinas	12,000.00
230	Morena Borghi #2	Actividad varia	6,000.00
231	Naves turísticas	Cooperación	75,000.00
232	Nelda Ahrhaham Meyller	Habitación	3,000.00
233	Nery Alvarado Alemán	Habitación	3,000.00
234	Noemy Bermudez Fallas	Actividad varia	6,000.00
235	Olga Moisés Benliz	Habitación	3,000.00
236	Olger Rivera Sandí	Actividad varia	12,000.00
237	Orlando Bennet (nuevo)	Habitación	3,000.00
238	Orlando Bennet- Maicol Bennet	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
239	Orlando Bennet- Milton Bennet	Habitación	3,000.00
240	Oscar Espinoza #2	Actividad varia	6,000.00
241	Oscar Espinoza Espinoza	Actividad varia	12,000.00
242	Oscar Espinoza Espinoza	Habitación	3,000.00
243	Pachira Lodge	Hotel	125,000.00
244	Paraíso Tropical	Comercial	12,000.00
245	Paula Amador	Habitación	3,000.00
246	Pedro Barrio Condega	Habitación	3,000.00
247	Pedro Benliz	Habitación	3,000.00
248	Petrona Maleaño Valle	Actividad varia	7,000.00
249	Petrona Torres	Habitación	3,000.00
250	Plaza Morpfo	Plaza	20,000.00
251	Práxedes Torres	Cabinas	12,000.00
252	Práxedes Torres	Habitación	3,000.00
253	Princesa del Río	Cabinas	7,000.00
254	Princesa del Río	Cabinas	7,000.00
255	Princesa Resort	Cabinas	13,000.00
256	Princesa Resort	Cabinas	13,000.00
257	Punto de Encuentro	Comercial	12,000.00
258	Rafael Albir	Actividad varia	6,000.00
259	Rafael Robles	Parque	3,000.00
260	Rana Roja Lodge	Hotel	35,000.00
261	Raquel Ocampo	Habitación	3,000.00
262	Raúl Mora Araya	Actividad varia	10,000.00
263	Reina Isabel Castellón	Habitación	3,000.00
264	Reina Isabel Espinoza	Actividad varia	6,000.00
265	Rey Taylor	Actividad varia	6,000.00
266	Reynaldo Hoocher	Habitación	3,000.00
267	Ricardo Chamorro Vargas	Actividad varia	6,000.00
268	Ricardo Nieves Carrascosa	Actividad varia	6,000.00
269	Ricardo Nieves Carrascosa	Actividad varia	6,000.00
270	Roberto Menocal	Habitación	3,000.00
271	Ronald Bryan	Habitación	3,000.00
272	Ronald Fresida Francis Cuartos	Cuartos alquiler	8,000.00
273	Rosa Castellón	Habitación	3,000.00
274	Rosa Castellón #1	Habitación	3,000.00
275	Rosa Castellón #2	Habitación	3,000.00
276	Rosa Huete #1 Milli	Habitación	3,000.00
277	Rosa Huete #2	Cabinas	6,000.00
278	Rosa Huete #3	Cabinas	6,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
279	Rosa Huete #4	Habitación	3,000.00
280	Rosa Huete Cherman	Habitación	3,000.00
281	Rosalba Picado	Habitación	3,000.00
282	Rosalba Picado	Actividad varia	6,000.00
283	Rosalba Picado	Actividad varia	6,000.00
284	Rosalina Miranda López	Habitación	3,000.00
285	Rose Mary Madden	Habitación	3,000.00
286	Rosibel Chavarría Cárdenas	Habitación	3,000.00
287	Rosmel Urbina	Habitación	3,000.00
288	Rubén Aragón - Arnoldo	Habitación	3,000.00
289	Rubén Aragón - Marlon	Habitación	3,000.00
290	Rubén Aragón Rodriguez	Oficina	6,000.00
291	Rubier Benliz Corea	Habitación	3,000.00
292	Ruth Medrano	Habitación	3,000.00
293	Samoa Lodge	Hotel	75,000.00
294	Sandra Alfaro Moya	Habitación	3,000.00
295	SHCR and Hotels Resort S A	Organización	5,000.00
296	Sheyla Gutierrez	Habitación	3,000.00
297	Simión Vanegas Cárdenas	Habitación	3,000.00
298	Sonia Espinoza Espinoza	Habitación	3,000.00
299	Souvenir Caribe	Comercial	6,000.00
300	Souvenir Pura Vida Gavilán	Comercial	17,000.00
301	Súper Bambú	Súpermercado	12,000.00
302	Susana Brown Slate #1	Habitación	3,000.00
303	Susana Brown Slate #2	Actividad varia	6,000.00
304	Tania Salgado	Habitación	3,000.00
305	Thomas Alonso Ranking	Actividad varia	6,000.00
306	Tina María Lidner	Tienda	12,000.00
307	Tina María Lidner	Habitación	3,000.00
308	Tortuga Lodge	Hotel	150,000.00
309	Trujillo Urbina	Habitación	3,000.00
310	Turtle Beach		
311	Verónica Martínez Valle	Actividad varia	7,000.00
312	Verónica Vanegas	Habitación	3,000.00
313	Víctor Manuel Quiel	Habitación	3,000.00
314	Vilma Torrente Ruiz	Habitación	3,000.00
315	Vivian Eleonor Weigel	Habitación	3,000.00
316	Walter Moisés	Dentista	6,000.00
317	Walter Moisés #3	Habitación	3,000.00
318	Walter Moisés (casa de Enrique)	Habitación	3,000.00

Cantidad	Nombres de casas y comercios	Actividad	Tarifa fija mensual
319	Walter Moisés Benliz	Habitación	3,000.00
320	Walter Moisés Benliz	Doctor	6,000.00
321	Walter Moises Benliz Ross	Habitación	3,000.00
322	William Mc Donald	Habitación	3,000.00
323	William Picado	Actividad varia	9,000.00
324	William Picado	Habitación	3,000.00
325	Xinia Castillo - Enrique	Habitación	3,000.00
326	Yadira Picado #1	Actividad varia	6,000.00
327	Yadira Picado #2	Habitación	3,000.00
328	Yadira Picado #3	Habitación	3,000.00
329	Yanci Barrantes Castillo #1	Habitación	3,000.00
330	Yanci Barrantes Castillo #2	Actividad varia	6,000.00
331	Yanci Barrantes Castillo #3	Habitación	3,000.00
332	Yolanda Rivas	Habitación	3,000.00
333	Zelmira Williams	Habitación	3,000.00
TOTAL INGRESOS			2,504,500.00

Fuente: Enrique Obando Vargas, Centro de Acopio, 2010.

Apéndice 7. Ficha de Balanceo- Control

Objetivo General	Objetivo Específico	Metas	Indicador	Unidad de medida	Porcentaje de Cumplimiento
Valorar la propuesta de compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos en la comunidad de Tortuguero promoviendo un mejor tratamiento para dichos residuos desde el punto de vista ambiental.	1. Diseñar y elaborar los registros apropiados que permitan llevar un control de datos sobre las cantidades de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio.	1.1 Elaborar un formulario para control semanal.	1.1.1 Instrumento elaborado. (Ver cuadro 2)	1.1.1.1 Formulario.	100%.
		1.2 Crear archivo de información para registro permanente de cantidad de residuos.	1.2.1 Cantidad de formularios semanales archivados. (Ver cuadro 4)	1.2.1.1 Formularios archivados.	100%
	2. Cuantificar la cantidad de residuos sólidos orgánicos manejados en el centro de acopio de la comunidad de Tortuguero en forma diaria para dimensionar el sistema de tratamiento.	2.1 Recolectar por doce semanas la cantidad de residuos manejados en el Centro de Acopio.	2.1.1 Cantidad de residuos manejados. (Ver gráfico 1)	2.1.1.1 Kilogramos.	100%
		2.2 Establecer el punto máximo de residuos manejados en doce semanas de medición.	2.2.1 Cantidad máxima de residuos manejados. (Ver apartado 5.3.3 Análisis de Datos)	2.2.1.1 Kilogramos.	100%
	3. Comparar desde el punto de vista socioambiental el sistema de compostaje propuesto para la generación de material monetario, bajo el concepto de desarrollo humano sostenible	3.1 Realizar diagnóstico a través de la técnica FODAL al sistema de tratamiento actual.	3.1.1 FODAL realizado. (Ver apartado 5.4.2.4 Análisis Fodal)	3.1.1.1 Diagnóstico.	100%
		3.2 Elaborar diagnóstico del sistema de compostaje propuesto.	Ver apartado 3.2.1 Diagnóstico realizado. (5.4.2 Análisis del Tratamiento Propuesto)	3.2.1.1 Diagnóstico.	100%
		3.3 Confeccionar instrumento que compare diagnósticos realizados.	3.3.1 Instrumento elaborado. (Ver cuadro 18)	3.3.1.1 Cuadro comparativo.	100%

Fuente: El autor, 2010

Apéndice 8. Herramienta del Grupo Focal para la Priorización de Aspectos Sociales y Ambientales

Aspectos Sociales		Aspectos Ambientales	
Capacitación del personal		Conciencia ambiental por parte de trabajadores y comunidad	
Motivación e incentivos del personal		Generación de lixiviados y por ende de malos olores en el lugar	
Higiene del lugar		Mal aspecto escénico de los residuos que son mal tratados	
Generación de empleo		Contaminación del canal de Tortuguero por la navegación de lanchas	
Mantenimiento de la actividad pesquera como fuente de económico del hogar		Contaminación del canal de Tortuguero por residuos sólidos orgánicos	
Propagación de enfermedades a causa de residuos en descomposición		Muerte de especies acuíferas por la contaminación con hidrocarburos o residuos orgánicos	
Mejoramiento escénico de la comunidad		Propagación de roedores, insectos u otros animales a causa de los residuos	
Creación de iniciativas para la adecuada disposición de residuos		El hecho de dar un tratamiento real a los residuos orgánicos	

Fuente: El autor, 2010.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación de Municipios de Nicaragua. Alternativa de Manejo Integral de Desechos Sólidos no Peligrosos. Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA). (s.f).

Compraverde (s.f) [en línea]. Análisis del Ciclo de Vida. Disponible en: [http://www.compraverde.org/documentos/File/AN%C3%81LISIS%20DEL%20CICLO%20DE%20VIDA\(1\).pdf](http://www.compraverde.org/documentos/File/AN%C3%81LISIS%20DEL%20CICLO%20DE%20VIDA(1).pdf). [2010, 10 marzo].

Consejo Latinoamericano de Iglesias, CLAI Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (2003). 7 Desechos. Programa “Ciudadanía ambiental”. [en línea]. Disponible en: <http://www.interfazweb.net/ifzclientes/CAG/Ciudadania%20Ambiental%20Global/doc/desechos>. [2010, 31 enero].

Cooperative coffees (2006). Agricultural techniques. [en línea]. Disponible en: <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf>. [2010, 8 marzo].

Definición.de (2008). [en línea]. Definición de Materia Orgánica. Disponible en: <http://definicion.de/materia-organica/>. [2010, 10 marzo].

Diccionario de la Biodiversidad. (2000). [en línea]. Attila-Inbio. Disponible en: http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO_BIODICTIONARY.DYN_WORD_DET_AIL. [2010, 9 febrero].

Eco2site, (2006). [en línea]. Disponible en: <http://www.eco2site.com/ISO%2014000/quees.asp>. [2010, 8 marzo]

EM. Microorganismos Eficientes. (2009). [en línea]. FUNDASES, Fundación de Asesorías para el Sector Rural. EMRO, Japón. Disponible en: <http://www.fundases.com/home.php?c=39>. [2010, 3 de marzo].

Soto, S (2007). [en línea] Estado de la Nación. Décimo Tercer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Disponible en: www.estadonacion.or.cr/Info2007/ponencias/Armonia/Gestión-recursos-solidos-municipales.pdf. [2010, 8 de marzo].

Estudio de Casos de Manejo Ambiental: Desarrollo Integrado de un Área en los Trópicos Húmedos - Selva Central del Perú. (1987). [en línea]. Washington D. C. Gobierno del Perú Organización de los Estados Americanos Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea27s/ch05.htm>. [2010, 8 marzo].

Remus. G. (1995). [en línea] Qué se puede hacer con la basura, Compost y compostaje. Desde la Ciencia. Disponible en: <http://www.uca.edu.sv/deptos/ccnn/dlc/pdf/compost.pdf> . [2010, 9 febrero]

Tchobanoglous. G, Theissen. H, Eliassen. R. (1999, junio) Desechos Sólidos - Principios de Ingeniería y Administración. Textos Completos Fulltext. [en línea]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/desechos/desec-01.html>. [2010, 20 febrero].

Glosario de términos ambientales de EcoPortal.net. [en línea] Directorio Ecológico y Natural. Disponible en: <http://www.ecoportal.net/content/view/full/169/offset/17>. [2010, 10 enero].

González, C. (1998). ISO 9000-QS9000-ISO 14000. México: McGRAW HILL.

Groppelli, E. (2008). Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. La imperiosa necesidad de tratar nuestros residuos. [en línea]. Disponible en: <http://www.eg-ingenieria.com.ar/gestion-residuos-urbanos.html> . , [2010, 10 marzo].

Guzmán, Luis. (2007, Abril). Generación y Manejo de Desechos Sólidos. [Diapositiva]. Universidad Nacional Experimental de Guyana, 43 Diapositivas.

Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente (2001) [en línea]. Residuos Sólidos. Disponible en: <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>. [2010, 8 marzo].

International Organization for Standardization. (2004). [en línea]. Disponible en: http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials. [2010, 8 marzo].

Ley General de Residuos. (2005, 17 Mayo). [en línea]. Costa Rica: Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, Departamento de servicios Parlamentarios. Disponible en: www.sise.co.cr/.../15897-Ley%20general%20de%20residuos.doc. [2010, 31 enero].

M. Fournier (2002). Manejo Integrado de Desechos Sólidos y Líquidos Post Consumo. San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia.

M. Rodríguez, G. Espinoza. (2007, mayo). Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: Evolución, tendencias y principales prácticas. Banco Interamericano de Desarrollo. [en línea]. Disponible en: [C:\Users\A\AppData\Local\Temp\Rar\\$DI00.783\Gestión ambiental en América Latina y el Caribe.mht](C:\Users\A\AppData\Local\Temp\Rar$DI00.783\Gestión ambiental en América Latina y el Caribe.mht). [2010, 20 febrero].

Meneses, J. [en línea]. Librería Agrícola, Agrobooks. Disponible en: kogi.udea.edu.co/talleres/Agrostologia/ELCOMPOSTAJE.doc. [2010, 9 marzo].

Organización Panamericana de la Salud (2002). Guía Metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington D.C.

P. Guajardo, S. Vásquez, J. Calderón. (2008). Basural \$ Capital. Pedagogía en Historia y Geografía. Geografía General. Universidad Ciencias e Informática, Facultad de Educación.

Programa Competitividad y Medio Ambiente, CYMA. (2006). Reporte nacional de manejo de materiales. San José, Costa Rica.

Producción de Abonos Orgánicos. (2006). [en línea]. Proyecto de Sanidad Vegetal de la Cooperación Técnica Alemana. Disponible en: <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf>.

Revista Ambientum (2003). [en línea]. Generación de Residuos Sólidos Urbanos. Disponible en: http://www.ambientum.com/revista/2003_05/RESIDUOS.htm

Rodríguez Herrera, Marilyn. (2005). “Elaboración de Propuestas de Gestión de Desechos Agroindustriales para la Empresa Calidad Ved S,A”. Informe de Práctica de Bachillerato de Ingeniería Agropecuaria Administrativa con énfasis el Agroindustria. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago.

Romero, M. Alternativa de Manejo Integral de Desechos Sólidos no Peligrosos. Amunic, Asociación de Municipios de Nicaragua. Managua, Nicaragua.

R. Cardona, E.Deutscher, G. Villalobos (1997), Desechos Sólidos y educación ambiental. Facultad Latinoamericana de ciencias sociales. San José, Costa Rica. Flacso.

Scielo (2006). [en línea]. v.24 n.1. Universidad de Tarapacá. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292006000100009&script=sci_arttext. [2010, 9 marzo].

Serna. D (2009). Administración Ambiental un factor favorable mas para el Desarrollo Sostenible. [en línea]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Administracion-Ambiental/40788.html>. [2010, 9 marzo].

SHVOONG (2006, 8 marzo). Evaluación y Planificación Ambiental. Síntesis y críticas breves. [En línea]. Disponible en: <http://es.shvoong.com/books/140460-evaluaci%C3%B3n-planificaci%C3%B3n-ambiental/>. [2010, 8 enero]

Sirefor, Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica. (2007). [en línea]. Biodiversidad. Disponible en: <http://www.sirefor.go.cr/biodiversidad.html>. [2010, 3 de Marzo]

Soares, L. (2002). Guía Metodológica para la Preparación de Planes Directores del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas. Washington D. C. División de Salud y Ambiente.

Solano. A. J. (2009). El Planeamiento Operativo y la Gestión de Indicadores. Centro Internacional para el Desarrollo del Individuo.

UNESCO. (2000, 20 Junio). Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. [en línea]. Disponible en: <http://www.unesco.org/geo/campinaspdf/3gestion.pdf>. [2010, 31 enero].