

Diagnóstico del manejo de desechos sólidos en Zamorano y elaboración de un plan alternativo de manejo

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Alex Karoly Avilés Fuentes

Zamorano-Honduras

Agosto, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Alex Karoly Avilés Fuentes

Zamorano-Honduras
Agosto, 1998

**Diagnóstico del manejo de desechos sólidos en Zamorano y
elaboración de un plan alternativo de manejo**

Presentado por

Alex Karoly Avilés Fuentes

Aprobada:

Joaquín Romero, M. Sc.
Asesor Principal

George Pilz, Ph. D.
Jefe de Departamento

Timothy Longwell, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Alberto Chaín, Ing.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph. D.
Director

Silvia Chalukian, M. Sc.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios porque hay una razón y siempre está con nosotros.

A mi familia por el ideal.

A mis padres en especial por ese apoyo constante y permitir que con mis logros contribuya al desarrollo de América Latina.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Zamorano por permitir que sea uno más de la gran hermandad latinoamericana.

A mis asesores Joaquín, Tim e Ing. Chaín por el apoyo incondicional para concluir este trabajo.

A los representantes del Departamento de Recursos Naturales por brindarme las facilidades para desarrollarme como estudiante y como profesional.

A cada una de las personas que colaboran con la institución y los he encontrado día a día y en todo lugar.

A mis compañeros PIA y a la Dra. Nancy, por su amistad y apoyo en todo momento.

A todos mis amigos, amigos del alma que en todo momento han sido hermanos en el desarrollo de mi carrera.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Fundación W. Popenoe por su ayuda financiera durante mis estudios en esta institución.

Agradezco al Proyecto Zamorano y la República de Alemania a través de la GTZ por su financiamiento en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a Zamorano por su contribución financiera del fondo ZAFE durante el Programa Agrónomo.

RESUMEN

Avilés, Alex 1998. Diagnóstico del manejo de desechos sólidos en Zamorano y elaboración de un plan alternativo de manejo. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 49p.

El aumento en la producción de desechos sólidos es una de las principales causas de deterioro ambiental. Zamorano, preocupada por lograr una gestión ambiental eficiente está orientando esfuerzos para alcanzar un manejo óptimo de los desechos producidos internamente. No obstante, actualmente se deposita la basura común en el relleno sanitario, pero por su alto costo y limitada vida útil son necesarias nuevas prácticas de manejo, y de ésta manera demostrar su valor educativo en los estudiantes. Para tal efecto se tipificó y cuantificó la producción de basura común y materia orgánica del campus, mediante muestreos durante la recogida en la fuente y destino final. Los resultados muestran que en promedio por persona se produce 490.90 g/día (Total 2826 m³/año) cuyo destino final es el relleno sanitario, donde el costo promedio de recolección equivale a Lps. 97.90 Lps/m³. La materia orgánica que se produce en el campus (4512 m³/año), tiene diferente destino dependiendo del origen y de las actividades de producción en Zamorano. Actualmente en el programa de recuperación de papel se recicla 250 kg/semana (2.70 m³), esta cantidad representa solamente el 18.67% de la producción total de papel (1,338.8 kg/semana). Por tanto para un manejo óptimo se propone reducir los desechos en la fuente de producción por medio de separación en el origen orientada con campañas de capacitación, así como rehusar tipos de materiales como la materia orgánica para la producción eficiente de compost y mejorar la recuperación para el reciclaje de materiales que se pueden comercializar en Tegucigalpa, tal como: productos de papel, plástico, aluminio y botellas de vidrio, y de esta manera alargar la vida útil del relleno.

Palabras claves: manejo de desechos sólidos, rehusar, reciclar, basura común.

NOTA DE PRENSA

DESECHOS SOLIDOS EN ZAMORANO, EVALUACION Y ALTERNATIVAS DE MANEJO

Durante el presente año, en Zamorano se llevó a cabo una evaluación del manejo de desechos sólidos (Basura común y materia orgánica), y para mejorar el mismo se formularon una serie de alternativas.

La institución, en la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo de desechos sólidos, ante la elevada producción y limitada área para su deposición, se realizó como primer paso un diagnóstico a la situación actual de manejo mediante muestreos de producción en todo el campus, encontrando que se produce por persona 490.90 g/día; luego se calculó la producción anual; por total de desechos y por tipos de desechos depositados en los basureros.

Se encontró que los costos de la recolección actualmente alcanzan 97.90 Lps/m³. Para lo cual se evaluaron alternativas de manejo que más se adapten a los requerimientos económicos, ambientales y educativos de la institución, tales posibilidades debe integrar los conceptos de reducir la producción de desechos sólidos en el origen, reusar algunos materiales desechados, recuperar papel, plástico, latas y botellas de vidrio los cuales son desechados y se pueden vender en Tegucigalpa para reciclar, reduciendo de ésta manera los costos operativos que hasta ahora son altos.

Con estas posibilidades también, se alarga la vida útil del relleno sanitario por la disminución en volumen de basura desechada, se hace uso eficiente de la materia orgánica en la producción de compost para incorporarlo al suelo y mejorar su fertilidad o venderlo a otros mercados.

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimiento a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Nota de prensa.....		viii
Contenido.....		ix
Indice de Cuadros.....		xii
Indice de Figuras.....		xiii
Indice de Anexos.....		xiv
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1	SITUACION ACTUAL DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS.....	4
2.1.1	Aspecto político.....	4
2.1.2	Aspecto económicos.....	4
2.1.3	Aspecto social.....	5
2.2	CAUSAS Y EFECTOS DE LA CRECIENTE PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS.....	5
2.2.1	Incremento poblacional.....	5
2.2.2	Modernización de la industria y patrones de consumo.....	6
2.2.3	Problemas sanitarios.....	6
2.2.4	Efectos ambientales.....	6
2.2.4.1	Aire.....	7
2.2.4.2	Agua.....	7
2.2.4.3	Flora y fauna.....	8
2.3	CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS.....	8
2.3.1	Análisis del entorno.....	8
2.3.2	Sociedad y cultura.....	9
2.3.3	Gestión.....	9
2.3.4	Aspectos legales.....	9
2.4	TIPOS DE DESECHOS MAS COMUNES.....	10
2.4.1	El papel y el cartón.....	10
2.4.2	Plásticos.....	11
2.4.3	Vidrio.....	12
2.4.4	Materia orgánica.....	12
2.4.5	Metales.....	12
2.4.6	Tóxicos y peligrosos.....	13

2.5	METODOS Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO.....	13
2.5.1	El aseo urbano.....	13
2.5.2	Reducción.....	14
2.5.3	Recuperación en el destino final.....	14
2.5.4	Reciclaje.....	15
2.5.4.1	Alternativas e impacto generado por reciclar en la fuente.....	16
2.5.5	La incineración como alternativa de gestión.....	16
2.5.6	Relleno sanitario.....	17
2.5.7	El compostaje.....	17
3.	MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1	DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	19
3.2	RECOLECCION DE INFORMACION PARA CONOCER EL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL.....	19
3.3	LUGARES DE MUESTREO Y FRECUENCIA DE MEDICIONES.....	20
3.4	CALCULO DE VOLUMEN Y CLASIFICACION DE DESECHOS SOLIDOS EN AREAS ADMINISTRATIVAS, RESIDENCIALES, DORMITORIOS Y CAMPUS EN GENERAL.....	21
3.4.1	Cálculo de desechos orgánicos en las áreas de producción y campus..	21
3.4.1.1	Departamento de Horticultura.....	21
3.4.1.2	Departamento de Agronomía.....	21
3.4.1.3	Departamento de Recursos Naturales.....	22
3.4.1.4	Departamento de Zootécnia.....	22
3.4.1.5	Estimación de materia orgánica de parques y jardines del campus.....	22
3.4.1.6	Materia orgánica del comedor.....	22
3.4.2	Mediciones para calcular volumen en producción de papel reciclaje...	23
3.5	RECOLECCION DE INFORMACION SECUNDARIA DE DESECHOS CONTAMINANTES.....	23
3.5.1	Literatura.....	23
3.6	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	23
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
4.1	INVENTARIO DE MATERIALES Y EQUIPO.....	24
4.2	PRODUCCION TOTAL DE DESECHOS SOLIDOS.....	25
4.2.1	Producción de desechos sólidos vertidos en el relleno sanitario.....	25
4.2.2	Producción de materia orgánica.....	26
4.2.3	Producción de papel de reciclaje.....	27
4.3	TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS ENCONTRADOS EN ZAMORANO.....	28
4.4	PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS POR PERSONA.....	29
4.5	MANEJO ACTUAL.....	30
4.5.1	Flujo neto de costos.....	30
4.5.2	Vida útil.....	32
4.5.3	Materiales reciclables.....	33
4.5.4	Manejo de desechos orgánicos.....	33

4.6	POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DESECHOS ENCONTRADOS.....	34
4.7	PLAN ALTERNATIVO PARA EL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS.....	35
4.7.1	Reducción en el origen de producción.....	35
4.7.2	Rehusos de desechos sólidos.....	36
4.7.2.1	Elaboración de compost a partir de la materia orgánica.....	36
4.7.2.2	Análisis de costos de la laguna seca y producción de compost.....	39
4.7.3	Reciclaje por tipos de desechos producidos.....	40
4.7.4	Frecuencias de recolección de basura común.....	41
4.7.5	Beneficios del nuevo plan de manejo.....	42
5.	CONCLUSIONES.....	44
6.	RECOMENDACIONES.....	45
7.	BIBLIOGRAFIA.....	46
8.	ANEXOS.....	48

INDICE DE CUADROS

Cua dro

1a.	Mediciones según la fuente de producción.....	20
1.	Número de tambos repartidos en el campus.....	24
2.	Desechos sólidos depositados en el relleno.....	25
3.	Materia orgánica que no se deposita en el relleno.....	26
4.	Producción de papel para reciclar.....	27
5.	Tipo y cantidad de basura común encontrada.....	29
6.	Producción de tipos de desechos por persona en Zamorano.....	30
7.	Costos de inversión del relleno sanitario.....	31
8.	Costos de materiales y equipos.....	31
9.	Costos operativos de recolección por año.....	31
10.	Costos de recolección de basura común.....	32
11.	Relación Carbono- Nitrógeno de los materiales encontrados en el campus.....	36
12.	Costo de inversión de la laguna seca.....	39
13.	Costos operativos y beneficios de la producción de compost.....	39
14.	Frecuencias de recolección semanal propuesta.....	41
15.	Eficiencia de recolección semanal de desechos.....	42
16.	Precios y disponibilidad de materiales reciclables.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Diseño de composteras en la laguna seca.....	37
2.	Compostera propuesta para las residencias.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Cuadros para la recolección de datos en el campo.....	48
2.	Direcciones de mercados para comercializar materiales reciclables.....	49

1. INTRODUCCION

El desarrollo sostenible de una sociedad debe considerar como base la planificación estructural y uso de la tierra, la gestión de los recursos naturales y medidas para su conservación, así como controlar la contaminación (Boland, 1990).

Actualmente, en Latinoamérica pocos organismos desarrollan proyectos cuyo objetivo es el manejo sostenible de los recursos naturales, y solamente escasos sectores de la población analizan en detalle los daños sobre el medio ambiente, con respecto al origen, formación, eliminación y prevención resultando de tal forma beneficios por la implementación de nuevas alternativas de manejo (Shultheis, 1990).

Uno de los principales problemas que contribuye al deterioro ambiental es la producción de desechos sólidos. Los cuales son aquellos materiales que se originan de los procesos de producción y consumo, que en ese estado natural de desecho revuelto no alcanzan ningún valor y por tal motivo son desechados (Amigos de la Tierra, 1993).

Entre las causas que aumentan la producción de desechos sólidos podemos mencionar al crecimiento demográfico, unido a la modernización de los sectores productivos y el cambio en los hábitos de consumo, en donde se utilizan varios empaques para la presentación de los artículos de compra. La solución depende de una serie de factores tanto políticos, económicos como culturales, pero es necesario implementar el uso de tecnologías y sistemas adecuados para su manejo (Soc.Mex.Planif,1997).

Ahora se están desarrollando programas encaminados a mejorar el manejo de los desechos, tanto en la fuente u origen de producción como en el destino final; recomendando al mismo tiempo maneras para reducir, reutilizar y reciclar algunos recursos como papel, plásticos, vidrios, metales, materia orgánica, etc. desde su origen.

Zamorano como unidad educativa en Latinoamérica, busca alternativas para reducir la contaminación ambiental usando de manera eficiente la tecnología; y que la misma sirva de guía para sus educandos como para los países de donde provienen.

En el campus la producción de desechos sólidos se ha incrementado por las razones mencionadas anteriormente, también por el aumento en la capacidad productiva y escasa información a la comunidad que aquí se desarrolla.

La institución constantemente está cambiando en cuanto a desarrollo como el mundo en que se desenvuelve, anteriormente desechaba la basura total en un vertedero común, limitándose a una remoción temporal de la misma con un tractor. Este tipo de manejo originó algunos problemas ambientales, sociales y de manejo debido a que al pudrirse y quemar la basura había presencia de vectores de enfermedades, de rebuscadores, daño estético de la quebrada, contaminación del aire y agua y reducción del área para acumulaciones posteriores debido al gran volumen de basura acumulado.

Según Boland, (1990) estas consecuencias provocan riesgos para el hombre, la tierra y el agua por el inadecuado diseño de los depósitos superficiales.

En vista de la poca eficiencia de éste sistema, como alternativa se construyó en el vertedero el relleno sanitario para eliminar así los problemas que presentaba la basurera. Este relleno es un método que permite la deposición de material sólido en la tierra, siendo enterrada en el transcurso de 24 horas de depósito, evitando de esta manera peligro para la salud pública, además, al utilizar principios técnicos permite una cobertura de tierra suficientemente gruesa y compacta, para evitar combustión, daño estético, o problemas de infestación por vectores de enfermedades (Loughry y Lacour, 1979).

El relleno por sí solo no es la solución para la problemática de la basura porque es un sistema de alto costo y además tiene una vida útil limitada, razón por la cual es necesario que las actividades relacionadas con el manejo de desechos sólidos se realicen de forma eficiente e integral comprometiendo la participación de todos. El término manejo de desechos implica la armonización de las actividades, de reducir el volumen mediante la separación al momento de descarte, reutilización, reciclaje, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, y deposición final de los desechos.

Entre tanto, Zamorano por su naturaleza de trabajo produce desechos residenciales, de actividades productivas y de enseñanza además de los desechos administrativos. Hace dos años se implementó un sistema para reciclar papel, sin embargo dicho programa recién empieza a dar frutos pero hace falta mercado, seguimiento, información y conciencia de la mayoría de la comunidad.

En cuanto al manejo de la materia orgánica se está depositando una parte en la laguna seca y lo producido de las residencias y dormitorios en el relleno, ambos se pueden utilizar de la mejor manera para lograr eficiencia en la elaboración de composteras y así mejorar la fertilidad de los suelos.

Ahora es importante hacer uso de otras alternativas ambientalmente compatibles, para que de forma integral se pueda reducir, reutilizar y reciclar materiales desde la misma fuente de producción de desechos, llevando al relleno sanitario lo que verdaderamente no sirve para maximizar su vida útil. Además es importante que la comunidad Zamorana se involucre y se comprometa a colaborar ya que solo así se puede transmitir el ejemplo a los demás.

El estudio tiene como objetivo general:

- Evaluar el manejo actual y recomendar un plan alternativo, para mejorar el manejo de desechos sólidos en Zamorano según la situación actual y las prioridades educativas de la institución.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar mediante una evaluación el sistema de manejo actual de desechos sólidos en Zamorano
- Cuantificar y tipificar diferentes tipos de desechos sólidos en Zamorano.
- Identificar y describir los materiales de desechos sólidos que causen posibles impactos en el ambiente.
- Proponer un plan alternativo de manejo de desechos sólidos en Zamorano.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 SITUACION ACTUAL DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS

2.1.1 Aspecto político

En los países del tercer mundo la ineficiencia en los procesos burocráticos de las instituciones del estado; originan atraso en la aplicación de políticas, normas y reglamentos en cuanto al manejo de desechos sólidos. Además hay limitada contratación de mano de obra calificada y existe inadecuada operación del sistema de manejo, por la falta de tratamiento y aprovechamiento de los desechos en el destino final, limitado equipo especializado en la recolección, falta de planificación, mala organización y control de las rutas diseñadas para recolectar los desechos (Rodríguez, 1995).

Con las políticas deficientes, la falta de cumplimiento de leyes y ordenanzas municipales causa preocupación, que los responsables de las instituciones carecen de iniciativa y recursos para mejorar la situación del manejo de la basura (Rodríguez, 1996).

A pesar de lo descrito es importante conocer que el problema de la limpieza en América Latina (AL) es de carácter estructural; por tanto, su solución debe incluir medidas estructurales. Además, en AL el aseo no representa un problema de igual dimensión para toda la población. Los sectores pobres (más de 60% de la población) son los más afectados, mientras que los sectores de mayores ingresos, ubicados en zonas urbano residenciales son mejor atendidos. En este sentido, su solución debe implicar un tratamiento diferenciado a los pobres y más pobres (Arroyo, *et al.* 1997).

2.1.2 Aspecto económico

Muestra la insostenibilidad y reducida rentabilidad debido a que no se recuperan los costos por inadecuados sistemas de cobro originando alta tasa de morosidad, mala distribución de los recursos, adquisición de equipos en mal estado y la prestación de un mal servicio (Rodríguez, 1995).

Según la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), (1993) las políticas macroeconómicas tienen efectos en el ambiente en el sentido que los fondos destinados para la atención de éste se originan en cierta manera de la degradación de los recursos naturales alterando la demanda agregada y originando conflictos con otros sectores.

2.1.3 Aspecto social

Considerado el punto clave en la toma de decisiones actuales. Se refiere a la falta de integración de la sociedad al problema de la basura, y de sus repercusiones en el medio ambiente; esto da como resultado baja preocupación por el control de basureros ilegales, así como en la limpieza de patios y áreas aledañas. Tampoco existe conciencia de pagar los servicios de recolección y no valorizan la importancia y los beneficios de los mismos, debido a la falta de información ciudadana y escasa educación sanitaria de la población por las deficientes campañas propuestas de capacitación sanitaria y ambiental (Rodríguez, 1995).

En la sociedad, debido a la falta de conocimiento sobre la relación entre manejo adecuado de desechos y salud ambiental, se cree que la solución es de carácter gubernamental y no de conciencia personal (Rivas y Zurcher, 1996).

Aparte de la escasa atención al problema de los residuos, a la clase pobre se la margina ya que no reciben ninguna atención de los servicios básicos. La consecuencia de esto se observa en que los que generan la mayor parte de residuos son la clase alta de la sociedad (Arrollo, *et al.* 1997).

2.2 CAUSAS Y EFECTOS DE LA CRECIENTE PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS

2.2.1 Incremento poblacional

Al empezar el siguiente siglo, aumentará notoriamente la explosión demográfica. Tal situación dará como resultado la formulación de mas exigencias y dificultades para que las ciudades sean capaces de lograr equilibrio y ofrecer a sus habitantes condiciones aceptables para su existencia (Arrollo, *et al.* 1997).

AL se ha urbanizado en un 70% más que Africa y Asia, y es de considerar que en la mayoría de países latinos en términos relativos, la población de las ciudades crece mas rápidamente que la población total (Arrollo, *et al.* 1997).

En 1995 se encontró que habitan en AL unos 478 millones de personas, de los cuales 351 millones viven en el sector urbano. Según las proyecciones, se estima que en el año 2000 la población total de AL será de 520 millones de personas de las cuales 405 vivirán en las ciudades; de manera que para este ultimo año, habrá mas de 50 ciudades con poblaciones superiores al millón de habitantes con crecimiento en el índice de pobreza (Arrollo, *et al.* 1997).

Justificando lo anterior podemos citar que el nacimiento y la expansión de áreas urbanas y del sector industrial, originan enormes cantidades de desperdicios de todo tipo, afectando de esta manera la calidad de vida de la población, en donde una adecuada gestión constituye un desafio complejo que crece cada día. Todo esto relaciona la escasez sanitaria por la baja calidad de las condiciones higiénicas en el sentido del aumento en número de basureros ilegales con mal manejo de los desechos sólidos, constituyendo la causa principal del problema (Rodríguez, 1995).

2.2.2 Modernización de la industria y patrones de consumo

Se ha encontrado que la competencia entre el creciente número de industrias y por querer cada vez brindar un mejor servicio, se ha promovido el uso y consumo de productos, que por la presentación en el mercado involucra muchas envolturas; que a su vez generan muchos desechos de todo tipo siendo en su mayoría descartables, para reemplazar aquellos retornables, aumentando así el valor agregado de los productos (Arrollo, *et al* 1997).

2.2.3 Problemas sanitarios

Muchos de los problemas sanitarios más que todo en áreas marginales se debe a la contaminación causada por manipular desechos sólidos de cocina cuando éstos son degradados, y de otros desechos mezclados con heces, originando vectores infecciosos como moscas, mosquitos, cucarachas y roedores. Por otro lado la contaminación del agua y del suelo debido al inadecuado manejo de los desechos causa problemas en la salud humana al entrar en contacto con estas (Rodríguez, 1996).

En definitiva las enfermedades causadas por el mal manejo de los desechos en la población son motivo en la pérdida de días de trabajo o reducir la capacidad productiva de las personas afectadas, originando efecto negativo en la economía de nuestros países. Esto, origina alta inversión en los servicios sanitarios y dar atención a los afectados, sin contar los costos de prevención y control de tales enfermedades. (Rodríguez, 1995).

En un sentido más amplio el desarrollo de una economía más productiva está relaciona con la urbanización; y con esto se puede obtener beneficios con respecto a la salud, para que toda la sociedad participe y reducir de esta manera los problemas económicos causados por la inadecuada gestión sanitaria (OPS/OMS, 1993)

2.2.4 Efectos ambientales

El dióxido de carbono ha aumentado su concentración en la atmósfera, desde comienzos del siglo XIX, como producto del creciente consumo de combustibles fósiles y por las quemas en los trópicos. Además, se ha aumentado las emisiones de óxido nitroso, la concentración de metano y las filtraciones de vertederos domésticos y de otros residuos asociados entre sí; contribuyendo al calentamiento global del planeta (OPS/OMS, 1993).

La degradación ambiental, está relacionada con la incorrecta deposición de los desechos sólidos. En cuanto a los costos ambientales y sociales, directos e indirectos que representan la producción, manipulación y eliminación de esos desechos son crecientes para la sociedad. Para cambiar esa situación, las inversiones de capital necesarias en los programas de desarrollo deben preferir acciones para la gestión y manejo de los desechos sólidos (OPS/OMS, 1995).

En cuanto a fuente de producción casi en todas las ciudades la mayoría de desechos corresponden a la industria alimenticia y su impacto ambiental es similar al de los desechos orgánicos domésticos. Por ello los residuos han originado problemas globales, ya sea por su impacto que varias veces excede los límites nacionales, o por los escasos recursos económicos y técnicos que se promueven para alcanzar tales soluciones (Durán, 1997).

Los países desarrollados al aportar con una mayor carga producida de desechos, consumen también gran cantidad de recursos no renovables. Los residuos industriales producidos por estos países contribuyen al retraso de los países del tercer mundo al implementar planes de manejo de la basura urbana de los mismos, aumentando de esta manera la contaminación de los sistemas naturales de vida (OPS/OMS, 1993).

2.2.4.1 Aire.- A escala mundial los residuos más tóxicos y que al liberarse por descomposición contaminan el aire, pertenecen a la industria química y los desechos de productos químicos usados en la ciudad. Entre ellos destacan las dioxinas, el cloruro de vinilo y los bifenilos policlorados contenidos en el aceite de transformadores eléctricos. Además metales como arsénico, plomo, mercurio y cromo (Durán, 1997).

Según la OPS/OMS, (1993) entre otras sustancias químicas que son liberadas a la atmósfera, se tiene los clorofluorocarbonos utilizados en refrigerantes, aerosoles, fabricación de plásticos y otras sustancias como disolventes orgánicos, están alterando el equilibrio de la capa de ozono. Originando serias consecuencias de la radiación ultravioleta.

El efecto nocivo de cada residuo es distinto según el tratamiento que haya tenido, tal es el caso de la quema de basura cuyo humo producido puede ser muy contaminante en el aire, dependiendo de las características físicas, químicas o biológicas de los elementos liberados, el tiempo que tarda su descomposición y de la fuente donde se genera y deposita la basura. Además, en términos generales, algunos afectan al medio por sus efectos de daño directos e indirectos, otros por transportar vectores de enfermedades y otros por causar consecuencias en la estética del paisaje natural (Durán, 1997).

2.2.4.2 Agua. Aquí se identifican materias que en los análisis de agua aparecen con alto porcentaje. Entre ellos tenemos los residuos alimenticios que poseen altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno, estos residuos se disuelven en las fuentes de agua originando graves consecuencias en la vida de la flora y fauna acuática, además del deterioro estético (Durán, 1997).

Entre los desechos encontrados hay; heces, resinas tóxicas, combustibles, desechos explosivos como aerosoles. Esta toxicidad puede ser de primero o segundo grado, y en el segundo origina cambios cuando el residuo entra en contacto con el medio. Se encuentra con frecuencia la contaminación de aguas superficiales o subterráneas, por arrastre de partículas de residuos sólidos en la escorrentía causado por la precipitación y percolación hacia las capas freáticas respectivamente (Durán, 1997).

Unido a éstos todos los residuos depositados directos o indirectamente y que llegan a las fuentes de agua, terminan en los océanos. Esta contaminación varía según la zona y los tipos de desechos vertidos, en las costas densamente pobladas o industrializadas los efectos de contaminación son elevados (OPS/OMS, 1993).

2.2.4.3 Flora y Fauna. Hay residuos que no son muy peligrosos para el hombre pero pueden ser vectores de enfermedades como el material orgánico o el de construcción, los cuales se encuentran en alto volumen en los basureros. Para la flora y fauna acuática, estos son muy peligrosos, ya que los residuos biodegradables, consume él oxígeno disuelto que necesitan plantas y animales acuáticos para su supervivencia, originando efectos negativos para su desarrollo (Durán, 1997).

2.3 CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

Según estudios de la OPS/OMS, (1995) la baja cobertura y mala calidad de los servicios sanitarios; así como limitada voluntad para evitar y controlar la contaminación ambiental, demostrando grandemente la deuda social que existe en AL, en donde estas deficiencias originan serias consecuencias en la población. Antes de empezar un plan de manejo se debe considerar la problemática que existe, cuales son las causas y los efectos así como tomar en cuenta otros factores externos y los avances de trabajos anteriores relacionados.

2.3.1. Análisis del entorno

En la actualidad los países latinoamericanos y los organismos financieros internacionales concuerdan en criterios y objetivos para proporcionar mayor atención al sector de la recolección urbana y al control de los desechos sólidos municipales (OPS/OMS. 1995).

El análisis considera que en la situación actual, aparece la necesidad de atender prioritariamente al sector marginal, nace también el deseo de protección ambiental, así como intensas campañas para recuperar y reciclar los desechos y las tendencias para que los países de la Región modernicen los servicios básicos. Esto determina la necesidad de planteamientos claros y estratégicos de los residuos sólidos (OPS/OMS, 1995).

Lo anterior justifica la necesidad de realizar estudios de residuos sólidos a los diferentes sectores de la población lo cual, necesita de métodos que orienten su realización; y que a su vez permita a los países alcanzar su desarrollo mediante estrategias y acciones justificadas (OPS/OMS. 1995).

Dependiendo del objetivo, los desechos pueden ser reutilizados en procesos productivos, tal como energía, materia prima u otros. En las residencias, industria, agricultura, oficinas, hospitales, etc. se genera residuos de algún valor económico, lo cual es posible si se quiere preservar los recursos y obtener beneficios; ahora que esa alternativa adquiera beneficio real, va a depender del tratamiento posterior a su deposición como residuo (Durán, 1997).

En resumen el mayor interés en la economía ambiental, es el resultado de lo que busca la sociedad por vivir en un ambiente sano; generando de esta manera actividades de servicios como consultorías además de fabricación de equipos para el manejo de desechos. Tener claras estas posibilidades, constituyen objetivos en materia ambiental, que a su vez deben generar propuestas ambientales con mayor interés social y económico (Durán, 1997).

2.3.2 Sociedad y Cultura

Para llegar al centro del problema y para el éxito de soluciones planteadas hay que considerar los aspectos socioculturales; que incluyen la actitud de la sociedad, las relaciones entre los proveedores del servicio de residuos sólidos con los beneficiarios y la actitud de instituciones que operan en el sector. Otros aspectos incluyen características prevalecientes de la familia y de la comunidad en la colaboración para un buen manejo; tales como relaciones personales, percepciones, valores y cultura. También, involucra los aspectos sociales relacionados con la generación de desechos sólidos. (OPS/OMS, 1995).

2.3.3 Gestión

Según Durán, (1997) la limitante para la gestión de los residuos sólidos en los países en vías de desarrollo se debe a problemas sociales, urbanos y ambientales que aumentan día a día. Aunque a pesar de los esfuerzos realizados durante los últimos años, la generación, tratamiento y deposición final de los residuos ha generado un nuevo e importante sector de la industria, como es el reciclaje, causando mayor impacto en los países desarrollados.

También las necesidades para reducir, manejar, aprovechar y que haya un adecuado confinamiento de los residuos, el reciclaje se ha convertido en uno de los factores para apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías. Además, las unidades educativas son afectadas por la necesidad de crear nuevos y eficientes valores y hábitos de conducta, para reducir el impacto negativo de los desechos en la sociedad (Durán, 1997).

La gestión de los residuos se puede realizar aprovechando elementos comunes entre los desechos. Incluso en nuestros países una gran parte de los residuos industriales no tiene destino definido, por tanto la única ventaja existente es cuando la recolección y deposición depende de un sistema formal de aseo de los residuos residenciales el cual los transporta al relleno sanitario para su posterior transformación (Durán, 1997).

Definitivamente, se considera como problema industrial la gestión del ciclo de los residuos en el ecosistema, y es necesario sostener que un enfoque profundo del problema da como resultado entender esa actividad como una industria naciente de transformación. Esto en tal sector se conoce como transformación productiva sostenible (Durán, 1997).

2.3.4 Aspectos legales

Según las leyes de Honduras, el estado es responsable del manejo de desechos y del trámite para plantas de tratamiento de desechos, se establece que los desechos tienen que ser de uso reducido, reciclados y depositados en forma adecuada, asegurando que no contaminen el medio (Hauschnik, 1996). Para esto se propusieron las siguientes definiciones:

- **Basura.** Todo residuo sólido o semisólido fermentable o no fermentable, sin incluir excretas del hombre o de animales.
- **Residuo sólido.** Todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido o semisólido, que se abandona, bota, rechaza o desprende. Resultado de los procesos de tratamiento, actividades industriales, comerciales y de la comunidad.
- **Desperdicio.** Todo desecho sólido o semisólido de origen animal o vegetal, sujeto a putrefacción, proveniente de la manipulación, preparación y consumo de alimentos.
- **Desecho.** Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que este destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado como materia prima para la industria, reutilizado, recuperado o reciclado.
- **Residuo sólido domiciliario.** El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades en las viviendas o en cualquier establecimiento similar a estas. Están compuestos por materia orgánica, papel, cartón, vidrio, materiales ferrosos y no ferrosos, plásticos, madera, trapo, algodón, envase de plástico, hueso, hule, tierra, envase de vidrio.
- **Residuo sólido comercial.** Es aquel generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías, carnicerías, mataderos, oficinas y otros tipos de negocios. Su contenido es alto en papel, cartón, vidrio, lamina, plástico, madera y materia orgánica.
- **Residuo sólido institucional.** Es aquel generado en establecimientos educativos, gubernamentales, religiosos, hospitalarios. Están compuestos principalmente por papel, colillas de cigarrillos, madera, plástico, y material ferroso, así como latas de aluminio.
- **Residuo sólido agrícola.** Los desechos y residuos que resultan de diversas actividades agrícolas, como siembra y cosecha de surcos, campos y arboles, la producción de leche, la pérdida de animales para sacrificio y la operación de corrales.
- **Residuos de demolición y construcción.** Son aquellos provenientes de la construcción, reparación, remodelación de residencias, edificios y otras estructuras. Su composición es la tierra, piedras, arena, ladrillos, bolsas de cemento.

Según la fuente, los desechos pueden diferenciarse entre domésticos e industriales. A su vez, los desechos domésticos pueden ser de origen habitacional, hospitalario o provenir de actividades comerciales o de servicios en general.

2.4 TIPOS DE DESECHOS MAS COMUNES

2.4.1 El papel y el cartón

La materia prima utilizada en la elaboración del papel y del cartón es la pulpa de madera, existiendo dos tipos: La pulpa de madera primaria, obtenida a partir de árboles y la pulpa secundaria, obtenida a partir del papel y cartón reciclados tales como cartón de empaques, bolsas de papel, periódicos, papel de oficina. Las principales fuentes de producción de papel y cartón son los colegios, universidades, imprentas y oficinas tanto públicas como privadas; en menor cantidad los domicilios y vía pública (Instituto de Promoción de la Economía social. IPES, 1995).

Es de mencionar que para producir una tonelada de papel o cartón reciclado, se dejan de cortar 10 árboles (2.5 toneladas de madera) y se ahorran 70% de agua y 60% de energía eléctrica. Es decir resulta sumamente eficiente el reciclar papel posible de hacerlo hasta 10 veces, en donde los recursos son cada vez más limitados. Los tipos de papel reciclables son: papel periódico, cartón, papel de impresión o copia y papel mezclado. También se puede usar en la elaboración de productos de construcción (cartón de yeso, papel para techados y material de aisladores) y combustible derivado de residuos como pellets de plástico mezclado con papel (Donis, *et al.* 1998).

Según el Ipes, (1995) el reciclaje de papel en la pequeña industria se limita a la elaboración de bolsas y tarjetas artesanales. Los usos del papel de los domicilios y de la vía pública son para papel periódico, los cartones son usados para tapas de cuadernos, también para elaboración de envases para huevos y frutas, bolsas y tubos de papel para alimento, planchas para techos y divisiones interiores de vivienda. En Perú el uso de papel reciclado en el sector papelerero aumenta 1% anual estimando un 48% de insumos recuperados para el año 2000.

Otros usos aplicados de papel recuperado, que existen y son fáciles de implementar, tenemos: La elaboración de envases para huevos y frutas, bolsas de papel para alimentos, cuadernos y divisiones interiores de vivienda (Ipes, 1995).

2.4.2 Plásticos.

En el contexto global el uso de plásticos ha crecido, debido a los productos de consumo y al sustituir el plástico a los metales y al vidrio en la elaboración de recipientes y material de embalaje. La ventaja de los plásticos es reducción en costo de transporte, durabilidad, seguridad en el recipiente, flexibilidad, entre otras. El tiempo que tarda en descomponerse es muy largo por ello el reciclaje es la mejor alternativa para reducir su producción, aunque hasta ahora solo se recicla del 2 – 6% del total generado (Donis, *et al.* 1998).

En España por ejemplo el 11% de los residuos son plásticos. En el resto del mundo su reciclaje tiene grandes perspectivas debido a su creciente uso, y a los problemas de eliminación que presenta, ya que su degradación tarda mucho tiempo; pero es necesario aumentar su recogida selectiva y mejorar los procesos técnicos de fabricación de plástico reciclado. Muchas veces es difícil estimar que y cuanto se recicla, debido a que el reciclaje de plásticos es casi informal en los países latinoamericanos y no todos los plásticos existentes son reciclables (Amigos de La Tierra, 1996).

El uso del plástico recuperado depende del tipo de plástico clasificado, el Polyethylene terephthalate y High Density Polyethylene, se usa para fabricar baldes, galoneras, y empaques para alimentos, bebidas y para cosméticos; el polipropileno, para fabricar piolas, baldes y conos; poliestireno para tacos de calzado, juguetes, pegamentos y botones; PVC para suelas de calzado, mangueras y tuberías (Ipes, 1995).

2.4.3 Vidrio.

La fabricación de una tonelada de vidrio genera 200 kg de desechos de la extracción y 15 kg de partículas y contaminante en el aire, es por eso su importancia en el reciclaje. Para su reciclaje se clasifica de acuerdo al color y tiene la característica que se puede fundir varias veces sin perder sus propiedades; la posibilidad de reutilización es: botellas, fibra de vidrio y material para construcción (Donis, *et al.* 1998).

Otra vez ejemplificando el caso de España, quien cada año usa alrededor de 3.000 millones de envases de vidrio; la recuperación de éste material para su posterior reciclado da como resultado ahorro energético hasta del 26,6%, a pesar de la recogida selectiva en España se importa muchos insumos para la fabricación de vidrio (Amigos de la Tierra, 1996).

El vidrio recuperado que se utiliza para el reciclamiento es conocido como vidrio roto o cullet. Este cullet es singularmente un aditivo que se combina con las materias primas para la fabricación de envases de vidrio.

Según Ipes, (1995) los vidrios para ventanas, los parabrisas, faros traseros y laterales de vehículos, las bombillas de luz y la fibra de vidrio no pueden ser usados como cullet, lo que a su vez aumenta la disponibilidad de desechos sólidos no recuperables.

2.4.4 Materia Orgánica.

De los 14 millones de Tm. de residuos domésticos que anualmente produce España, el 46% está constituido por materia orgánica, tal porcentaje es parecido al de centroamérica. Considerando este caso, si se separa la materia orgánica del resto de los residuos como se está haciendo en otros lugares y se recicla mediante compostaje, se obtendría una importante fuente de abono para los cultivos y un excelente material para tratar los suelos, los cuales en agricultura son también afectados por la erosión (Amigos de la Tierra, 1996).

La materia orgánica formada por la proporción variable de Carbono y Nitrógeno (C:N) dependiendo del tipo de material. Como resultado de los desechos sólidos urbanos, estos se componen de: Madera, residuos de cocina, residuos de jardín, huesos, entre otros; estos materiales están compuestos por proteínas, aminoácidos, lípidos, hidratos de carbono, celulosa, lignina y ceniza (Donis, *et al.*, 1998).

2.4.5 Metales

En la basura doméstica comúnmente constituye entre 4 y 6%, procediendo de electrodomésticos y latas de bebida o conserva. En cuanto al ahorro de energía la recuperación es mejor que la minería. Esto es importante ya que el aluminio puede ahorrar hasta 96% en la fabricación de latas. También son reciclables los metales ferrosos como acero, hierro fundido, y los no ferrosos como el latón, cobre y plomo (Amigos de la Tierra, 1996).

Es de mencionar que para fabricar una tonelada de aluminio se necesita 4 toneladas de hidróxido de aluminio, su tratamiento produce 2 toneladas de barro rojo con potencial de contaminación sin resolver hasta ahora. Para el reciclaje de otros metales de chatarra que se encuentran acumulados y mezclados entre sí se los separa con el uso de imanes. Además últimamente se ha reducido el uso de metales en la fabricación de envases por el aumento en el uso de plásticos (Donis, *et al.* 1998).

2.4.6 Tóxicos y peligrosos.

Para éstos materiales es necesario una recogida selectiva, siendo su mejor destino el relleno sanitario. Sin embargo debido a su composición pueden ser tóxicos o inflamables las medicinas, pilas, aerosoles, pinturas, aceite de motor, agroquímicos y otros productos de limpieza cuando se depositan sin ninguna protección, y son mezclados con el resto de residuos sólidos (Amigos de la Tierra, 1996).

Las pilas domésticas están compuestas por metales tóxicos, y actualmente no hay cultura de recuperación. Su reciclaje es difícil por la escasez de tecnología en las compañías de reprocesamiento, el almacenamiento es peligrosos por las emisiones de vapor de mercurio, por tanto en nuestro medio su destino ideal es el relleno sanitario (Donis, *et al.*, 1998).

2.5 METODOS Y ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO

2.5.1 El aseo urbano

El manejo de desechos sólidos tiene como objetivo, el aseo urbano a través de la reducción, el rehuso y reciclaje, ya que de este aseo depende todo lo que se hace o no como gestión. Por eso, es vital incorporar ambos temas en el concepto de la gestión de desechos sólidos urbanos, para darles un tratamiento integrador y unificador (Ipes. 1995).

En AL se padecen graves problemas generados por la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos, por la excesiva producción o mala aplicación de leyes. El volumen de producción de desechos sólidos es similar en la mayoría de países latinoamericanos. Tal es el caso que Perú muestra resultados promedio de 590 gramos de basura/persona/día con un rango de 380-1000 gr dependiendo del lugar y del estatus social (Ipes. 1995). El autor compara estos resultados con los demás países, los cuales son similares, ya que la generación domiciliaria por persona se encuentra entre 300 y 800 gr. por día.

Ahora al considerar la producción total de residuos sólidos, que incluye la basura de los establecimientos comerciales, industriales, de los hospitales, de los mercados, del barrido y otros, esta cifra crece entre 25 y 50 por ciento más (Arrollo, *et al* 1997).

Con todo esto se plantea que un plan de manejo integrado de desechos, reduce la contaminación; ya que inicia con la prevención de desechos desde la fuente lo cual es más conveniente que el tratamiento posterior, cuantos menos desechos se generen mayor será la eficiencia del sistema y por tanto más sostenible (Hábitat, 1997).

Unido a esto los procesos de privatización en AL se ha intensificado en los últimos años, en cuanto a desechos sólidos se ha entregado el proceso a empresas grandes y medianas dando hasta ahora buenos resultados; aunque los más beneficiados han sido los sectores pudientes de la sociedad debido al elevado costo en la recolección de tales residuos. Por eso se está impulsando también el desarrollo de pequeñas y medianas empresas para su tratamiento (Arrollo, *et al.* 1997).

Debido a que el almacenamiento de los residuos sólidos en los domicilios, establecimientos comerciales, industriales y otros es incorrecto, se recomienda como alternativa el uso de recipientes adecuados para su almacenamiento; evitando así la contaminación entre tipos de residuos, los resultados se observan en los sectores de altos ingresos, los que manejan adecuadamente tales residuos. Sin embargo la dificultad más frecuente en el almacenamiento, se presenta en los establecimientos industriales y de salud, los que suelen mostrar poca preocupación por el tema (Arrollo, *et al.* 1997).

Para evitar mala deposición de la basura, se sugiere la separación antes de ser recogida para evitar su acelerada descomposición y malos olores. Las consecuencias de una mala recogida es la proliferación de moscas que promueven la transmisión de patógenos; también pueden favorecer la aparición de enfermedades relacionadas con ratas, como la peste, la leptospirosis, la salmonelosis, el tifus endémico, la fiebre por mordedura de ratas. Además, estas bloquean los canales de desagüe, lo que agrava los problemas de salud con relación a los suelos inundados y encharcados (OPS/OMS, 1993).

2.5.2 Reducción

Consiste en reducir el volumen de basura producida, evitando los empaques y materiales innecesarios en el consumo de productos. Este concepto está ligado a la recuperación y al reciclaje, y es el primer paso para la solución posterior al problema de la basura; aplicándose en cualquier etapa del ciclo productivo de los desechos. Reduciendo se produce menos basura y por ende menores problemas sociales, económicos y ambientales; además, se puede recuperar recursos utilizables. La ventaja es que se previene la acumulación de grandes cantidades de desechos incluyendo materiales útiles en los vertederos (Donis, *et al.* 1998).

En nuestros países no existen programas masivos de información o capacitación a la comunidad orientados a reducir la producción de desechos sólidos. Pocas organizaciones, principalmente privadas y que promocionan desarrollo realizan limitados esfuerzos en este sentido, obteniendo pocos resultados por sus reducidos impactos. Por el contrario, y como consecuencia del mal entendimiento de la modernización, muchos establecimientos comerciales promocionan usos y consumo de productos altamente generadores de residuos sólidos, como los envases descartables. (Arrollo, *et al.* 1997).

2.5.3 Recuperación en el destino final

Según estudios, aproximadamente del 75 al 80% de los desechos producidos diariamente, están compuestos por desechos que pueden fácilmente separarse, recuperarse y posibles para ser reciclados (Erazo De, 1997).

Además en éste campo en los últimos diez años, ya ha aparecido mercado para los desechos que se pueden reciclar, por el incremento del número de pequeñas y medianas industrias especializadas que demandan como insumos algunos materiales que la población descarta, tales como el papel, cartón, vidrio, plástico y chatarra; donde el objetivo de la recuperación, reciclaje y rehuso ha sido generalmente en función de razones económicas y no ambientales (Ipes, 1995).

En la sociedad hay personas o grupo de personas que se dedican a la recuperación de desechos, los cuales son empleados por cuenta propia. Empezando en la informalidad y la marginalidad social por la necesidad de sobrevivir, se mantienen en condiciones infrahumanas. Por otro lado para el personal de recolección municipal representa una estrategia de ingresos adicionales. Los recuperadores realizan su trabajo en la basurera y relleno sanitario, afuera de industrias y en la ciudad misma; al estar en contacto con la basura se exponen a enfermedades que degradan su salud, siendo ellos elementos clave en el manejo de los desechos sólidos (Ipes, 1995).

En cuanto a las alternativas que se proponen, nuestros países están conscientes que estas no mejoran totalmente el problema del aseo urbano; pero concluyen que existe la posibilidad de involucrarlas en una estrategia total de gestión ambiental. Entre otras razones se genera empleo permanente para varios grupos de la población como son los recuperadores, que a su vez contribuyen a la industrialización de los desechos y mejoran el aseo urbano (Ipes. 1995).

2.5.4 Reciclaje

Antes de reciclar es útil rehusar varios productos que en su mayoría son desechados y aún pueden ser utilizados, tales como bolsas, llantas, recipientes de vidrio, etc. En cuanto al reciclaje, éste se define como el proceso en el cual los tipos de desechos son recolectados, recuperados y utilizados como materia prima en otros procesos productivos, reduciendo de esta manera volúmenes grandes en el destino final. Hay que recordar que el reciclaje de aluminio ha tenido mayor impacto que el papel, vidrio y plástico, debido a que estos últimos deben competir con materias primas utilizadas para su fabricación, las cuales hasta la actualidad han sido abundantes y baratas, en cambio el aluminio tiene que ser importado más que todo en Centroamérica (Donis, *et al*, 1998).

Los beneficios del reciclaje son: Protección del ambiente mediante la conservación de los recursos naturales por ahorro de energía, se reduce los focos de contaminación, hay ahorro fiscal, ahorro de energía industrial y reducción de costos de producción minimizando sus residuos; los municipios reducen costos de recolección, transporte y deposición final de la basura; además se alarga la vida útil de los rellenos sanitarios y genera empleo (IPES, PGU-LAC, 1996).

Actualmente algunos organismos han comenzado varios programas, existiendo la interrogante de como podemos contribuir a resolver el problema de limpieza de nuestra ciudad y proteger el medio ambiente; la respuesta es clara, reduciendo la generación de residuos, reusandolos o reciclándolos en la fuente de generación para procurar su posterior tratamiento. Las personas que se interesan en la actividad, la promocionan para reciclar en la misma fuente de generación, es decir, en los centros educativos, oficinas y organizaciones comunitarias, para esto necesitan de un centro de acopio previo a las industrias reprocesadoras (IPES, PGU-LAC, 1996).

2.5.4.1 Alternativas e impacto generado por reciclar en la fuente.

2.5.4.2 Se observa cambio de actitud de los involucrados tanto directa como indirectamente en la experiencia del reciclaje, ya que trata de promover una actitud de preservación del ambiente. De esta forma se logra el efecto multiplicador, ya que crea una cultura de reciclaje y se genera mayor conciencia en evitar daño al ambiente (IPES, PGU-LAC, 1996).

Para el reciclaje de desechos, se considera la clasificación según su origen, almacenamiento, aseo urbano, recolección, rutas, zonificación y deposición final (Rodríguez, 1992).

Las condiciones ambientales se pueden mejorar con esfuerzo de todos así como reinventar el nombre de los desechos y sobrantes. Es decir, debemos reconocerlos como *recursos*, con potencial para producir beneficios en lugar de perjuicios (Rivas y Zurcher, 1996).

Según Rivas y Zurcher (1996):

- Los recipientes y lugares destinados actualmente para colocar basura, deben ser utilizados para la clasificación de materiales que no sirve o no sabemos darles un buen uso con el propósito de donarlos, cambiarlos, venderlos o comercializarlos.
 - En la planificación se dispone de lugares para el procesamiento de materia orgánica para la producción del compostaje necesario para el mejoramiento de suelos que ayuden al desarrollo de áreas verdes.
 - La separación de desechos sólidos en la vivienda, oficina e industria, es considerada el primer paso en el manejo de los mismos, el transporte es una etapa complementaria para luego reciclarlos y desechar en depósitos permanentes los no aprovechables.

2.5.5 La incineración como alternativa de gestión

Este proceso constituye la combustión controlada de residuos sólidos, para reducir su volumen; también, produce beneficios en un sistema de gestión de residuos. La combustión puede destruir las bacterias y los virus de los residuos, así como compuestos orgánicos nocivos. El volumen de los residuos se puede reducir hasta un 90 %, manteniendo la capacidad de los vertederos (Skinner, 1993).

La incineración de residuos ha originado preocupaciones medio tales como el control de las emisiones a la atmósfera y la gestión de las cenizas residuales.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos ha supervisado los incineradores de residuos urbanos encontrando buenos sistemas de combustión, monitoreo de emisiones con eficiente control de las emisiones orgánicas, metales, gases ácidos y otros contaminantes. Otra preocupación es la deposición de las cenizas residuales de estas instalaciones (Skinner, 1993).

Por lo general las cenizas contienen grandes cantidades de plomo, cadmio, zinc, mercurio, arsénico y otros metales, en estado volátil depositándose en fuentes de agua que tienen efecto acumulativo en los organismos vivos, acarreamo enfermedades cancerígenas. La preocupación de la agencia se debe al potencial de estos metales cuando se depositan en un vertedero común. Lo cual motivó la fabricación de vertederos solo para cenizas residuales (Skinner, 1993).

Relativamente, la incineración es un sistema no aconsejable para nuestro medio, requiere personal especializado y los costos son 2.5 veces más altos que los de relleno sanitario. Los graves problemas de este proceso consisten en que solo una fracción de la basura se quema, aprovechando el calor generado para destilar el resto de los desechos. La basura se quema a altas temperaturas, obteniendo fracciones: líquida, sólida, gases, brea, carbón, alcoholes, etc. con ello se obtienen aceites y gases combustibles. Además, es un proceso de alta tecnología, y las plantas existentes son aún experimentales (Durán, 1997).

2.5.6 Relleno sanitario

Después de aplicar Reducción, Rehuso y Reciclaje, el relleno sanitario se presenta como una alternativa técnica y económica para poblaciones de hasta 70.000 habitantes, con operación manual, requiriendo equipo pesado solamente para la adecuación del sitio y construcción de vías internas o excavación de material de cobertura de acuerdo con el avance, tipo y diseño de relleno (Rodríguez, 1992).

Según Rodríguez, (1996) el diseño y la operación de un relleno sanitario reducen la contaminación del aire, eliminando la liberación de gases y se evita la incineración. El daño que puede causar ocurre en las aguas subterráneas debido a los productos que percolan hacia las capas friáticas por la descomposición de los desechos. Esto a su vez se puede evitar cubriendo los pisos de las trincheras con arcillas o con plástico, ubicando también el relleno lejos de las quebradas o donde la tabla de agua es muy profunda.

Para evitar los lixiviados en las trincheras, se debe evitar la infiltración de agua lluvia al relleno, impermeabilizar el piso y las paredes del sitio. Puede funcionar equitativamente para producir biogas y el diseño se debe hacer en lugar lejos de las quebradas para evitar contaminación de aguas superficiales (AMCRESPAC, 1993).

El Compostaje

Debido a que la materia orgánica producida de los residuos domésticos en un 60%, y ocupa el primer lugar de los residuos de cosecha, es una alternativa viable y fácil de implementar en una sociedad con deseos de mejorar el manejo de los recursos (Santillán, 1998).

El compost es el producto de la acción microbiana y controlada sobre la materia orgánica, la cual es el principal componente de dicho producto. Este a su vez sirve de acondicionador o complemento de fertilizantes en suelos agrícolas, ya que posee 1% de Nitrógeno, 0.25% de fósforo y 0.25% de potasio (Bohorquez, 1996).

Donis, *et al.* (1998) definen el compost como un producto negro homogéneo y granular, resultado de la degradación de materia orgánica, este producto es húmico, cálcico y fertilizante utilizado para mejorar la fertilidad de los suelos.

Al incorporar el compost al suelo, este ayuda a reducir su erosión, mejora su estructura física, drenaje y color, aumenta la capacidad de absorción del agua y mejora la actividad biológica del suelo. Es la mejor alternativa para reutilizar la materia orgánica y manejar los residuos cárnicos, vegetales, maderas y otros (Bohorquez, 1996).

3. MATERIALES Y METODOS

Al desarrollar el tema es importante tomar en cuenta estas preguntas relevantes sobre los desechos: ¿Qué son?, ¿Cuáles son los principales residuos domésticos y de oficinas?, ¿Cómo se generan y cual es el manejo?, Y por último ¿qué hacer con ellos?. Estas son preguntas formuladas en toda sociedad, las cuales requieren respuestas urgentes, especialmente en países con bajo desarrollo en materia ambiental (Duran, 1997).

Según Duran, (1997) para responder estas preguntas es necesario conocer las características, dimensiones y peculiaridades regionales de los desechos sólidos, tomar en cuenta sus efectos, el ambiente de la institución, los otros componentes naturales y la cultura.

3.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en el campus de Zamorano localizado en el Departamento de Francisco Morazán; República de Honduras, a 800 msnm. Esta es una institución educativa que cuenta con una población de 2235 habitantes, formada por estudiantes, cuerpo docente y familia sumando el personal que trabaja en la institución. El diagnóstico se realizó en cada una de las dependencias de la institución.

3.2. RECOLECCION DE INFORMACION PARA CONOCER EL SISTEMA DE MANEJO ACTUAL

En primer lugar se procedió a hacer un inventario del número y tipo de tachos de basura que están distribuidos en todo el campus. Se verificó el tipo de basura que se desecha en el relleno sanitario, su capacidad en volumen, así como estimación de su vida útil.

En cuanto a la laguna seca que se utiliza para acumular los desechos orgánicos de parques, jardines y parte de desechos de producción; se tomaron las mediciones para estimar su capacidad.

Mediante entrevistas con el personal de Superintendencia se investigó la frecuencia de recolección de los desechos, número de viajes por día, el equipo que se está utilizando, los costos que incurren en el manejo, cual es el personal que labora en esta función y el recorrido actual de recolección. Se comprobó personalmente y con muestreos cuales son las diferentes fuentes de producción de desechos, los tipos de desechos recolectados, así como el destino final y tratamiento actual de los diferentes desechos recolectados.

3.3. LUGARES DE MUESTREO Y FRECUENCIA DE MEDICIONES

El siguiente cuadro muestra la forma cómo se realizaron los muestreos, en las diferentes dependencias de Zamorano, considerando la época y el destino final.

Cuadro 1^a.- Mediciones según la fuente de producción.

SECCIÓN	FREC.RECOL.	# MEDICIONES	EPOCA	DEST. FINAL
MAT.ORGANICA	#VECES			
HORTICULTURA				
Invernaderos	3/AÑO	1	FIN AÑO	ZONA III
Postcosecha	1/DÍA	3	DIF. DÍAS	ZONA I
AGRONOMIA	1/AÑO	1	FIN AÑO	LAGUNA SECA
RESIDENCIAS	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
DORMITORIOS	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
COMEDOR	1/DIA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
PARQUES Y JARDIN.	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	LAGUNA SECA
ASERRADERO	1/AÑO	1	FIN AÑO	LAGUNA SECA
CEDA	3/SEMANA	3	FIN AÑO	RELLENO
W.K. KELLOGG	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
OTROS DES SOL.				
EDIF.PRINCIPAL	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
DORMITORIOS	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
RESIDENCIAS				
Campus bajo	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
Campus alto	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
CLÍNICA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
BIBLIOTECA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
CENTRO COMPUTO	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
AGRONOMIA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
HORTICULTURA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
DPV	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
CIENCIAS BASICAS	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
ZOOTECNIA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
MATERIALES	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
TALLERES	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
LAVANDERIA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
W.K. KELLOGG	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
PUESTO VENTAS	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
CEDA	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO
REC. NATURALES	3/SEMANA	3	DIF. DÍAS	RELLENO

FREC. RECOL. : Frecuencia de recolección

DEST. FINAL: Destino final

La recolección y transporte se refiere al número de veces que se recolecta la basura, ya sea por los vehículos de Superintendencia o los trailers de los respectivos departamentos de producción. La época de mediciones en diferentes días significa que se hicieron los muestreos al azar en los días de recolección. Se realizaron 1-3 mediciones dependiendo de la estacionalidad en la producción y porque durante el desarrollo del trabajo se observó que se recogen los desechos según la ruta y hasta llenar la capacidad del vehículo.

3.4. CALCULO DE VOLUMEN Y CLASIFICACIÓN DE DESECHOS SOLIDOS EN AREAS ADMINISTRATIVAS, RESIDENCIALES, DORMITORIOS Y CAMPUS EN GENERAL

Para calcular el volumen de desechos recolectados se utilizaron materiales como: una cinta métrica; la fórmula $V = L * A * h$, en donde (L = largo, A = ancho, h= altura), tal medición para el trailer, volquete y tachos cuadrados; $V = 1/3 * \pi * h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 * r_2)$ en donde ($1/3$ = factor, π = constante, h= altura, r_1 = radio 1, r_2 = radio 2) para los tambos plásticos cilindro- cónicos.

Para calcular la producción de desechos en las residencias, se midió el volumen total ocupado por los desechos en los vehículos de recolección y se calculó el promedio por casa. Como el vehículo cubre otras secciones en el recorrido se procedió a medir cada vez que aumentaba el volumen por sección diferente para sacar el promedio; los mismos pasos se siguieron en cada dependencia de la institución.

Para la clasificación de tipos de desechos recolectados también se realizaron tres mediciones en días diferentes. Como ya se calculó el volumen por casa o sección se utilizó la fórmula de densidad ($d = \text{kg} / \text{m}^3$) calculada para los desechos sólidos de Zamorano por el Ing. Jorge Rodríguez (Consultor), la cual se verificó y resultó 130 kg/m^3 en promedio, en los recipientes domiciliarios y de dormitorios. Esta fórmula nos sirve para tener el peso en kilogramos del volumen inicial.

Luego mediante el uso de una báscula manual pesamos cada uno de los tipos de desechos para calcular la producción por persona, por sección y qué tipo de desecho es de mayor o menor producción. La separación fue posible con ayuda de los trabajadores en cada lugar, tipificando el papel, plástico, vidrios, materia orgánica y otros que hay en el contenido para calcular su peso.

3.4.1 Cálculo de desechos orgánicos en las áreas de producción y campus central

3.4.1.1 Departamento de Horticultura. Se tomó una medición para calcular el volumen de producción de materia orgánica compuesta por residuos de cosecha de cada uno de los invernaderos de Zona III, calculando así el volumen recogido por el trailer de ésta sección, la razón de una sola medición se debe a que se hacen tres ciclos por año y la producción promedio es igual en los invernaderos y en cada ciclo, de acuerdo a entrevista con los encargados.

En cuanto a la planta de postcosecha y lo que desecha la planta de Tecnología de Alimentos se hicieron tres mediciones para calcular su volumen en diferente época porque el volumen que recoge el trailer asignado para estas varía por día.

3.4.1.2 Departamento de Agronomía. Aquí se hizo el cálculo sobre la base del número de hectáreas de maíz sembradas cada año, sacando la proporción grano 75% – olote 25%; siendo éste el cultivo del cual se recoge la materia orgánica, mientras que los otros residuos de otros cultivos son incorporados en el suelo. Se llevó a cabo una medición indirecta y varias observaciones en la época de Octubre - Diciembre cuando éstos residuos después del desgrane son llevados a la laguna seca para su deposición tratamiento y descomposición. Éstos datos se comprobaron al sacar la relación descrita anteriormente y número de quintales cosechados para obtener la cantidad en kilogramos, para calcular los metros cúbicos de olote mediante el uso de una caja de cartón pesamos su capacidad y calculamos su volumen para tener el volumen general.

3.4.1.3 Departamento de Recursos Naturales. En el aserradero se procesan las trozas de los árboles cosechados en la época seca de acuerdo a los planes de manejo; además según entrevista con los responsables, tomando como base el rendimiento de la madera que en la sierra de banda es de 87.5% y en la circular es de 75%; se calculó el porcentaje de aserrín y otros desechos orgánicos producidos por las trozas en el proceso, el promedio de trozas trabajadas en la época de cosecha, obteniendo de ésta manera el volumen de materia orgánica. Para la aproximación real usamos una caja de cartón y tomando sus dimensiones y pesándola se calculó extrapolando el volumen total por época.

3.4.1.4 Departamento de Zootécnia. Para tomar estas mediciones se realizó de igual forma que en las otras áreas del campus, ya que cada sección tiene asignados los tambos de basura. En cuanto a la materia orgánica que produce la planta de cárnicos y lácteos, se midió la producción por semana y se verificó su destino final, así como el medio de transporte utilizado. Las otras secciones como ganado de carne y el establo de ordeño tienen su propio manejo para el estiércol, donde se averiguó el beneficio obtenido.

3.4.1.5 Estimación de materia orgánica de parques y jardines del campus. Para calcular el volumen de ésta materia orgánica y que es recogida por el personal y vehículos de Superintendencia, se averiguó y comprobó la ruta, frecuencia de recolección, tipo de materia orgánica, volumen recolectado por día, destino y capacidad de volumen. Para el volumen se tomaron las dimensiones de los medios de recolección y se contabilizó el volumen de materia orgánica recogida, esto se realizó durante 3 ocasiones en diferente época.

Se tomaron medidas de las dimensiones de la laguna seca para calcular su capacidad máxima. Se realizaron otras mediciones, así como determinamos la capacidad de trabajo de la picadora mecánica (CHIPPER) para materia orgánica, mediante tres mediciones de material picado durante cinco

minutos cada uno y en trabajo continuo, para esto recogimos, pesamos con una báscula portátil la cantidad producida y depositamos en una caja de cartón medida anteriormente para obtener el volumen de dicho material por tiempo.

3.4.1.6 Materia Orgánica del comedor. Para esto también con 3 mediciones, una por día y durante tres diferentes semanas, se midió cada uno de los tambos de recolección para calcular el promedio de producción de residuos de alimentos en volumen y su variación por día, además se separó la cantidad que se dirige a cerdos y lo que se deposita en el relleno.

3.4.2 Mediciones para calcular volumen en producción de papel reciclaje

Para el monitoreo y evaluación del programa de reciclaje de papel implementado por RNCB y la Superintendencia de Mantenimiento. Procedimos a hacer un inventario del material distribuido en el campus y en los lugares estratégicos que producen papel, dicho inventario consistió en el conteo de los tambos asignados, mediciones para calcular su volumen como los procedimientos anteriores; comprobar el volumen de papel para reciclar producido por sección y qué porcentaje representa del total de papel desechado que se deposita en el relleno, y la frecuencia de recolección con tres mediciones para estimar la producción de papel de reciclaje.

3.5 RECOLECCION DE INFORMACION SECUNDARIA DE DESECHOS CONTAMINANTES.

3.5.1 Literatura

De acuerdo a la revisión de literatura como respaldo, y la clasificación y destino final de los desechos sólidos producidos en el campus, determinamos cuales son potenciales y en que tiempo pueden ser más contaminantes así como su consecuencia en el ambiente. Esta información también nos sirve de soporte para el capítulo de discusión.

3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para procesar los datos recolectados previo a su análisis de la cantidad, tipo de desecho, frecuencia de recolección, lugar de recolección, número de familias en el campus, número de tachos; se hizo uso de fórmulas y tablas electrónicas de Excel.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 INVENTARIO DE MATERIALES Y EQUIPO

Los materiales que se utilizan para la recogida de los desechos sólidos dentro de Zamorano (Cuadro # 1) están compuestos por: Tambos metálicos uno por cada residencia, y de plástico en el resto del campus, variando su número de acuerdo a la sección. La capacidad de ambos coincide en 0.12 m³ c/u. La Superintendencia es la responsable de la recolección, y para tal efecto usa un volquete alquilado a la sección de Maquinaria Agrícola con capacidad de 6.84 m³; realizando alrededor de 2-3 viajes diarios con ayuda de un chofer, 3 trabajadores y 2 en el relleno. A su vez utilizan bolsas grandes de plástico como medio de transporte desde los tambos hasta el volquete. Hay además 45 tambos de plástico (0.12 m³ c/u), cuatro casetas de madera y 1 trabajador para el programa de reciclaje de papel.

Cuadro 1.- Número de tambos repartidos en el campus.

SECCION	# tambos para basura	# tambos para reciclaje
EDIFICIO PRINCIPAL	8	5
DORMITORIOS P.A.	51	16
DORMITORIOS P.I.A.	7	2
TIENDA ESTUDIANTIL	5	-
RESIDENCIAS	53	3 CASETAS
CAMPUS ALTO	41	1 CASETA
CLINICA	2	-
BIBLIOTECA Y CCA	3	2
HORTICULTURA	3	1
AGRONOMIA	11	2
ZOOTECNIA	10	2
PROTECCION VEGETAL	4	2
CIENCIAS BASICAS	11	1
MAQUINARIA	5	2
COMEDOR	2	1
MATERIALES Y SUMINIST.	2	-
LAVANDERIA	1	-
KELLOGG y DDR	8	3
PUESTO DE VENTAS	8	2
MANTENIMIENTO	2	2
DORMITORIOS S.A.S	1	-
CEDA	6	1
RECURSOS NATURALES	2	2

Es de aclarar que los tambos para desechos sólidos se encuentran armados 2 por ala en los dormitorios estudiantiles. En el caso de la materia orgánica, el comedor posee 20 tambos para los residuos de cocina con capacidad de 0.06 m³ cada uno, los departamentos de Horticultura y Agronomía tienen su propio trailer para la acumulación y transporte.

4.2 PRODUCCION TOTAL DE DESECHOS SOLIDOS

4.2.1 Producción de desechos sólidos vertidos en el relleno sanitario

La cantidad y el tipo de desecho dependen del origen de producción (Cuadro 2), y según esto su destino final. Además, muchos desechos se encontraron mezclados entre materia orgánica y basura común más que todo en las residencias y dormitorios estudiantiles.

Cuadro 2. - Desechos sólidos depositados en el relleno sanitario.

FUENTE	TIPO	# Recolección Por semana	m³ por semana	m³ por año	%
EDIFICIO PRINCIPAL	Basura común	3	2.88	149.76	5.10
HORTICULTURA					
Administración	Basura común	2	0.90	46.80	1.60
AGRONOMÍA					
Administración	Basura común	2	1.17	60.84	2.07
ZOOTECNIA					
Administración	Basura común	2	3.60	187.20	6.37
Procesamiento	Materia Orgánica		2.62	136.24	4.47
REC. NATURALES					
Administración	Basura común	3	0.72	37.44	1.25
PROT. VEGETAL	Basura común	2	0.57	29.64	1.01
KELLOGG Y DDR	Basura común	3	1.56	81.12	2.76
CIENCIAS BASICAS	Basura común	2	1.29	67.08	2.28
BIBLIOTECA y CCA	Basura común	3	0.81	42.12	1.35
COMEDOR	Residuo de comida	6	5.35	262.08	8.92
	Basura común	3	0.84	43.68	1.43
TIENDA ESTUDIANTIL	Basura común	3	1.80	93.60	3.00
CLINICA	Basura común	3	0.50	26.00	1.00
RESIDENCIAS	Basura común	3	9.70	504.40	16.51
CAMPUS ALTO	Basura común	2	3.23	167.96	5.50
DORMITORIOS PA	Basura común	3	9.68	464.64	15.82
DORMITORIOS PIA	Basura común	3	2.52	120.96	4.12
PTO. DE VENTAS	Bas. Comun,mat. Org.	3	2.88	149.76	5.00
CEDA	Bas. Comun,mat. Org.	3	2.16	112.32	3.82
MAQUINARIA	Basura común	2	1.80	93.60	3.06
MATERIALES Y SUMIN	Basura común	2	0.93	48.36	1.62
LAVANDERIA	Basura común	2	0.24	12.00	0.41
SUPERINTENDENCIA	Basura común	2	0.72	37.44	1.22
DORMITORIOS S.A.S.	Basura común	2	0.24	12.48	0.42
TOTAL			58.71	2,987.52	100.00

Fuente: Recolección de muestras según número de frecuencia.

De acuerdo a los resultados, se observa que las residencias y los dormitorios del programa agrónomo son los que produce el más alto porcentaje 16.51% y 15.82% respectivamente. Esto se debe a que son las secciones con aproximadamente la mitad de la población de Zamorano. Por otro lado la producción de desechos orgánicos del comedor estudiantil representa el 8.92% de la producción total, tal número es alto comparándolo con las demás secciones después de las residencias y los dormitorios, esto nos indica que el cuerpo estudiantil es el mayor productor de desechos.

En cuanto a los departamentos de producción, Zootécnica con 6.37% de basura común más 4.47% de residuos orgánicos de la planta de procesamiento cárnicos compuesta por residuos de matanza animal, es el departamento con mayor producción de desechos. Al igual que los residuos de cárnicos, los residuos de cocina del comedor (5.35 m³/semana) son depositados en el relleno sanitario para evitar así la presencia de rebuscadores en la laguna seca si este fuera su destino.

4.2.2 Producción de materia orgánica

Se encontraron diferentes tipos de materia orgánica la misma que según la fuente tiene varios destinos (Cuadro 3). La de parques y jardines que se deposita en la laguna seca la recoge el volquete resultando un volumen de 2845.44 m³/año y está compuesta por hojas secas, ramas, hojas de palma, etc. este material en su mayoría tiene alta proporción de carbono, tales materiales que son duros como ramas, olote y hojas de palma son picados con la picadora mecánica.

El trabajo de la picadora es para reducir el volumen y hacer más homogéneo los materiales picados, que a su vez pueden ser utilizados para compostar. El olote que produce anualmente agronomía también es depositado y picado en la laguna seca, además de los residuos del proceso de aserrado de la madera.

Cuadro 3. - Materia orgánica que no se deposita en el relleno.

FUENTE	TIPO	Frecuencia	m ³ /año	%	DESTINO FINAL
HORTICULTURA		Producción			
Producción	Residuo de cosecha	Trimestral	109.20	2.42	ZONA III sin tratamiento
Postcosecha	Hortalizas dañadas	Diaria	627.12	13.90	ZONA I sin tratamiento
Semilleros	Hojas de mango	Semanal	78.00	1.73	Elaboración de compost
AGRONOMÍA					
Producción	Olotes	Anual	106.60	2.36	Apicultura
	Olotes	Anual	319.80	7.09	Laguna seca
ZOOTECNIA					
Producción	Materia Orgánica	Semanal	416.00	9.22	Potreros y Ag. Orgánica
REC. NATURALES					
Producción	Materia org. (Aserrín)	Anual	9.50	0.21	Laguna seca
JARDINES					
	Materia orgánica	Diaria	2845.44	63.07	Laguna seca
TOTAL			4511.74	100.00	

Fuente: Datos recolectados en el campo y entrevistas con el personal responsable

De estos 4511.74 m³ de materia orgánica (Cuadro 3) el 70.37% corresponde a jardines del campus, aserradero y Agronomía que son depositados y acumulados en la laguna seca. Lo demás tiene otro destino y tratamiento (cuadro 3).

Este total producido comparándola con los desechos vertidos en el relleno (2936.80 m³), equivale aproximadamente al doble de su producción. En estos resultados se encontró que la basura común de las otras dependencias y que recoge el volquete, en conjunto contiene alrededor del 50 % de materia orgánica (cuadro 5), siendo en su mayoría residuos de alimentos y cuyo destino encontrado fue el relleno sanitario.

4.2.3 Producción de papel de reciclaje.

Zamorano ejecutó desde hace cuatro meses un programa más organizado para reciclar papel, el que se clasifica como papel blanco de oficina, periódico, revistas y papel de impresión. Este papel (Cuadro 4) actualmente se está vendiendo cada 45 días en la compañía SEPAHSA de Tegucigalpa, a razón de 0.25 Lps/libra el papel blanco y 0.15 Lps. el mezclado.

Cuadro 4. - Producción de papel para reciclar.

SECCION	METROS CUBICOS	
	SEMANA	AÑO
ADM. EDIFICIO PRINCIPAL	0.30	15.60
ZOOTECNIA	0.12	6.24
HORTICULTURA	0.06	3.12
AGRONOMIA	0.12	6.24
PROTECCION VEGETAL	0.12	6.24
DESARROLLO RURAL	0.06	3.12
CENTRO KELLOGS	0.12	6.24
ECONOMIA AGRICOLA	0.12	6.24
CIENCIAS BASICAS	0.06	3.12
RECURSOS NATURALES	0.12	6.24
MAQUINARIA	0.12	6.24
SUPERINTENDENCIA	0.06	3.12
PROYECTO UNIR	0.06	3.12
BIBLIOTECA Y CCA	0.12	6.24
LIBRERÍA	0.06	3.12
DORMITORIOS PA	0.90	46.80
DORMITORIO PIA	0.12	6.24
ESCUELITA	0.06	3.12
COMEDOR CART.	0.06	3.12
TOTAL METROS CUBICOS	2.70	140.40
TOTAL KILOGRAMOS	250.00	13000.00

Densidad de papel: 92.60 kg/m³

Para la ejecución del programa, se están utilizando tambos de plástico pintados de azul, encontrándose en cada uno de ellos un volumen promedio de 70% de la capacidad del mismo (0.12 m³), las recolecciones se realizan semanalmente. Haciendo los cálculos basados en el volumen y el peso encontrado se determinó que se recoge en promedio 250 kg/semana de papel para reciclar en todo el campus. El mercado actual paga solamente el 80-90% ya que lo demás lo considera papel contaminado. Sin embargo se encontró que la cantidad total de papel producido es mayor que lo que se está reciclando actualmente.

Al producir por semana aproximadamente 1088.8 kg (Cuadro 5) de productos de papel en Zamorano más 250 kg (cuadro 4) de papel que se está reciclando, se tiene un total de 1338.8 kg; determinando que de éste total solamente el 18.67% se está vendiendo como papel clasificado, pero para el 81.33% restante también hay un mercado cautivo en Tegucigalpa¹, con la condición que el material se encuentre limpio, es decir que no esté contaminado con residuos orgánicos.

Según el Ipes (1995) en cada país existe una serie de recuperadores especializados para el manejo de los diferentes tipos de desechos, los mismos que contribuyen a la reducción de desechos en el destino final. La limitante del programa es la baja o escasa colaboración por parte de los estudiantes y algunas oficinas, encontrándose material de papel reciclable en la basura común debido a que es más sencillo desechar los papeles en el tampo del cuarto u oficina que caminar y ponerlos en el lugar correcto, también se ha encontrado basura (Plástico, latas, papel carbón) en los tambos azules, esto en gran parte interfiere con los objetivos de mejorar el manejo.

Estos resultados coinciden con Arrollo, et al (1997) en que el manejo de los desechos sólidos primero se debe enfocar en la educación ciudadana, ya que la generación y actual gestión es un problema social con efectos ambientales y acumulativos en otros sectores.

4.3 TIPOS DE DESECHOS SOLIDOS ENCONTRADOS EN ZAMORANO

La clasificación de los tipos de desechos en todo el campus se realizó de acuerdo a la cantidad encontrada, el lugar de producción y el destino final. A excepción de los envases de agroquímicos que son recogidos por las casas comerciales que los producen, los tipos de desechos encontrados fueron:

¹ Bodegas de material reciclable km 6 vía Tegucigalpa-Olancho.

- **Materia orgánica.- Residuos de cocina o de alimentos, basura de jardín, ramas de árboles, hojas de palma, residuos de cosecha, desperdicios de matanza animal.**
 - **Papel.- En cuanto al papel de oficina no se encontró en gran proporción en la basura común de las oficinas por ser material reciclable, mientras que se encontró papel de cuadernos, papel de color, libros y folletos, revistas, cartones, folderes, periódicos, revistas, cartones, papel de envolturas, sobre manila.**
- **Plástico.- Botellas, envases, cuerdas, bolsas, los materiales encontrados son: “polietileno, poliestireno, Cloruro de Polivinilo PVC y polipropileno” (Erazo, 1997).**
 - **Vidrio.- Botellas, frascos, espejos y platos rotos.**
- **Metales.- Envases de aluminio, tarros y latas de conservas, tapas de frascos.**
- **Otros.- Papel y cartón encerado, láminas de papel con plástico, papel de fax, papel carbón, papel higiénico, toallas sanitarias, pedazos de tela, envases “tetra pax”, espuma “flex”, zapatos viejos, material combinado entre plástico y metales, etc.**

El cuadro 5 muestra la cantidad de cada uno de los tipos de basura común encontrados en las diferentes secciones de Zamorano.

Cuadro 5. - Tipo y cantidad de basura común encontrada.

SECCION	KILOGRAMOS POR SEMANA						
	Papel	Plástico	Mat. Org.	Vidrio	Aluminio	Otros	TOTAL
EDIF. PRINCIPAL	154.8	9.5	15.8	0.0	0.0	136.7	316.8
DORMITORIOS PA	159.7	159.7	244.9	10.6	1.5	488.3	1064.8
DORMITORIOS PIA	41.6	55.4	63.8	2.8	1.0	112.7	277.2
TIENDA	9.9	39.6	39.6	2.0	2.0	104.9	198.0
RESIDENCIAS	128.0	266.8	533.5	10.7	3.0	125.0	1067.0
CAMPUS ALTO	42.6	88.8	177.7	3.6	2.5	40.1	355.3
COMEDOR	11.3	20.6	2100.0	4.6	0.5	55.4	2192.4
CLINICA	8.3	2.8	11.0	0.6	0.0	32.5	55.0
BIBLIOTECA Y CCA	10.7	2.7	8.9	0.9	0.0	65.9	89.1
HORTICULTURA	39.6	5.0	39.6	1.0	0.0	13.9	99.0
AGRONOMIA	51.5	6.4	51.5	1.3	0.0	18.0	128.7
ZOOTECNIA	158.4	19.8	158.4	4.0	0.0	55.4	396.0
PROT.VEGETAL	25.1	4.4	15.7	0.6	0.0	16.9	62.7
CIENCIAS BASICAS	42.6	7.1	35.5	1.4	1.0	54.3	141.9
MAQUINARIA	19.8	5.9	9.9	2.0	0.0	160.4	198.0
MATER. Y SUM.	45.0	15.3	8.2	1.0	0.0	32.7	102.3
LAVANDERIA	1.3	0.8	1.3	0.3	0.0	22.7	26.4
KELLOGG y DDR	34.3	30.9	68.6	1.7	1.0	35.0	171.6
PTO. DE VENTAS	15.8	47.5	174.2	3.2	0.0	76.0	316.8
MANTENIMIENTO	7.9	4.0	7.9	0.8	0.0	58.6	79.2
DORMITORIOS SAS	1.3	0.8	2.6	0.3	0.0	21.4	26.4
CEDA	47.5	7.1	118.8	2.4	1.0	60.8	237.6
REC. NATURALES	31.7	4.0	19.8	0.8	0.0	23.0	79.2
TOTALES	1088.8	804.9	3907.2	56.3	13.0	1810.7	7681.4
PORCENTAJE	14.17%	10.13%	50.19%	1.00%	0.17%	23.57%	100.00%

Fuente: Clasificación y cuantificación de acuerdo a muestreo en cada sección.

Para calcular estas cifras se usó la fórmula de densidad de la basura encontrada en los tambos del campus igual a 139 Kg/m³. En la clasificación (Cuadro 5) solamente se incluye la basura común mezclada que se deposita en el relleno sanitario.

Como se puede observar, de los desechos mezclados producidos el 50.19% corresponde a materia orgánica, gran parte debido a los residuos orgánicos del comedor. La clasificación de otros tipos corresponde al 23.57% indicando que se consume mucho producto con empaques no reciclables. El papel por su parte representa el 14.17% justificado tal vez por la labor de administración y enseñanza de la institución. El volumen de plástico producido es considerable en volumen ya que es de baja densidad y representa el 10.13% de la producción total de desechos sólidos.

PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS POR PERSONA

Tomando las 2,235 personas que laboran y habitan en Zamorano, independientemente su desempeño y la producción de desechos sólidos (Basura común) del campus, se dividió homogéneamente el total y se clasificó, por tipo de desecho encontrado para determinar la generación de cada persona por día, con esto nos damos cuenta cual tipo se produce más y en qué porcentaje (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Producción de tipos de desechos por persona en zamorano.

GRAMOS POR PERSONA							
POR DÍA							
	Papel	Plástico	Mat. Org.	Vidrio	Alumini	Otros	TOTAL
CANTIDAD	69.57	51.43	249.71	3.57	0.86	115.70	490.90
PORCENTAJE	14.2%	10.1%	50.2%	1.0%	0.2%	23.6%	100.0%

Para este efecto resulta **490.90gramos/persona/día. Ahora solo para comparar si tomamos la producción de materia orgánica que se deposita en la laguna seca, da como resultado casi el doble de producción.**

Donis, et al (1998) coincide con valores similares en El Salvador, encontrando en la zona urbana 750 g de basura domiciliaria/hab/día en 1,997. Esta cifra es mayor comparándola solamente con la producción de basura común de Zamorano.

4.4 MANEJO ACTUAL

Hasta hace dos meses la basura común y materia orgánica era recogida diariamente con un trailer con capacidad de 8.16 m³ recibiendo apoyo del volquete con 6.84 m³ de capacidad, tres días por semana. Actualmente, la oficina de Mantenimiento trabaja solamente con el volquete porque se determinó que es suficiente con éste medio la recolección de la basura y materia orgánica.

Evaluamos costos y cobertura y efectivamente resulta más eficiente el trabajo con el volquete, aunque los desperdicios del comedor son recogidos todos los días a las 8:00 a.m. por otro vehículo ya que tienen dos destinos una parte a cerdos y otra al relleno.

Los desechos sólidos recogidos de cada dependencia, son transportados hasta el relleno sanitario en donde son depositados diariamente y enterrados con 20% del volumen de desechos, la materia orgánica de parques y jardines del campus es llevada hasta la laguna seca para picar con la picadora mecánica y acumularla para compost.

El volquete realiza semanalmente un promedio de 8.5 viajes de desechos sólidos (basura común) por semana, lo que equivale a 56.09 m³ por semana dato similar a la sumatoria total de todas las secciones. En cuanto a la materia orgánica recoge 54.72 m³ compuesta de hojas, ramas de árboles, plantas secas, etc. Es de recordar que para completar el volumen de los totales de los cuadros otras secciones también depositan desechos sólidos en el relleno o materia orgánica en la laguna seca haciendo uso de sus propios vehículos.

4.4.1 Flujo neto de costos

Se recolectaron en la oficina de Mantenimiento datos de los costos que se tienen hasta la fecha, en lo referente a la inversión del relleno sanitario y de los tambos para la recolección de la basura común, así como los gastos operativos del sistema de manejo actual. Los cuadros 7, 8 y 9 detallan los valores totales:

Cuadro 7. - Costos de inversión del relleno sanitario.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	LEMPIRAS		
			Val/UNIDAD	Val. TOTAL	Val/año
Terreno	Manzana	2	91,350	186,354	
Limpieza	Contrato			3,500	318
Material selecto	m ³	280	15	4,200	382
Transporte	Viaje	47	280	13,160	1,196
Regado	contrato			2,149	195
Corte material selecto	m ³	280	6	1,680	153
Consultor				65,250	5,932
Tractor Komatsu	Hora	60	234	14,040	1,276
Mantenimiento	Contrato			60,392	5,490
INVERSION TOTAL				350,725	14,943

Cuadro 8. - Costos de materiales y equipos.

		LEMPIRAS		
DESCRIPCION	CANTIDAD	Val/UNIDAD	Val.TOTAL	Val/año
Tambos para basura	136	247	33,592	4,199
Tambos para reciclaje	50	200	10,000	1,250
Casetas para reciclaje	4	1,744	6,977	872
INVERSION			50,569	6,321

Cuadro 9. – Costos operativos de recolección por año.

			LEMPIRAS	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Val/UNIDAD	Val.TOTAL
3 trabajad. recolectores	mes	14	2,626	110,292
2 trabajad. en relleno	mes	14	1,063	29,764
1 trabajad. en reciclaje	mes	14	1,065	14,910
Chofer	mes	14	3,151	44,117
Alquiler de volquete	hora	2,244	150	336,600
Mantenimiento tambos	año	1	800	800
COSTOS TOTALES				536,483

Los costos de materiales y equipos se amortizaron por ocho años, sumando los costos operativos por año, pero sin incluir la inversión de la tierra ya que ésta se revaloriza una vez que se termine de llenar el relleno sanitario que según Rodríguez, (1996) tiene una vida útil de 11 años de acuerdo al diseño.

Al sumar los valores totales de los cuadros anteriores, resulta un costo por año de Lps. 557,747. Dividimos este valor entre la producción bruta de desechos sólidos que recoge superintendencia: 2,851.28 m³ de basura común exceptuando los desechos de procesamiento de zootécnia (cuadro 2) más 2,845.44 m³ de materia orgánica (Cuadro 3), resulta 97.90 Lps/m³.

Calculando estos valores entre la población de Zamorano, se gasta 249.55 Lps/persona/año. Para estimar el valor que pagaría cada residencia (Cuadro 10) se dividió 504.4 m³ de basura común (Cuadro 2) entre 55 viviendas de campus bajo, lo mismo se realizó para las demás dependencias de Zamorano.

Cuadro 10. - Costo de recolección de basura común.

SECCION	Producción media (m ³ /año)	Costos Anuales (97.90 Lps/m ³)
RESIDENCIA	9.17	897.74
CAMPUS ALTO	4.80	469.92
EDIFICIO PRINCIPAL	149.76	14,661.50
HORTICULTURA	46.80	4,581.72
AGRONOMIA	60.84	5,956.24
ZOOTECNIA	187.20	18,326.88
RECURSOS NATURALES	37.44	3,665.38
PROTECCION VEGETAL	29.64	2,901.76
KELLOGG Y DDR	81.12	7,941.65
CIENCIAS BASICAS	67.08	6,567.13
BIBLIOTECA Y CCA	42.12	4,123.55
COMEDOR	305.76	29,933.90
TIENDA ESTUDIANTIL	93.60	9,163.44
CLINICA	26.00	2,545.40
ESTUDIANTE	0.78	76.36
PUESTO DE VENTAS	149.76	14,661.50
CEDA	112.32	10,996.13
MAQUINARIA	93.60	9,163.44
MATERIALES Y SUMINISTROS	48.36	4,734.44
LAVANDERIA	12.00	1,174.80
SUPERINTENDENCIA	37.44	3,665.38
DORMITORIOS S.A.S	12.48	1,221.79
TOTAL		156,235.25

Como se puede observar en el cuadro 10, los costos de recolección de la basura común en el caso del departamento de Zootécnia es representativo, y está dado por su volumen de producción, de igual forma el comedor tiene un costo de recolección elevado debido a su producción y recolección por día, lo mismo se puede apreciar para las otras dependencias y para cada estudiante.

Al sumar a este total (Lps. 156,235.25) los valores de todos los 750 estudiantes (Lps. 57,270) y de las 90 viviendas (Lps. 65,822.90) nos damos cuenta que el costo por el servicio de recolección en ambos es elevada, y si se cobra por este, se recuperarían Lps. 279,328.15 totales, cuya cifra representa el 50% de todos los costos totales de recolección (Lps. 557,747). En todos los casos hay que considerar que estos valores en los próximos años serán aumentados, por el aumento de la tasa de inflación y al cambio en el número de la población de la institución.

Vida útil

Como explicamos anteriormente, la vida útil estimada de los tambos plásticos y otros materiales es de 8 años. En el caso del relleno sanitario según el diseño, la capacidad de las trincheras totales al aumentar su construcción llegará hasta (25,500 m³) cubriendo toda el área, su vida útil se estimó en 11 años de acuerdo a la producción promedio anual de desechos vertidos en ella.

Comprobando este dato se encontró que en 10 meses se ha llenado 844.8 m³ en dos trincheras solamente lo que es basura común, esto equivale a (1017,83 m³/año + 20% de material de cobertura = 1221.40 m³/año). Las trincheras tienen capacidad de acuerdo a sus dimensiones de 312 hasta 564 m³ cada una incluyendo 20% de material de cobertura (Densidad de los desechos compactados en trincheras = 500 kg/m³), con estos resultados se estima que con el manejo actual la vida útil del relleno será de 11 años.

En lo referente a la laguna seca donde se acumula la materia orgánica, su capacidad de acuerdo a las dimensiones es de 7,700 m³; con el volumen que se deposita actualmente (Cuadro 3), esta se llenaría en 2.5 años.

4.4.2 Materiales reciclables

Zamorano al igual que las áreas urbanas, produce muchos tipos de desechos que se pueden reciclar en su totalidad, así como botes y bolsas de plástico, vidrio, latas, papel de varios tipos cuya cantidad es significativa para acumularla y venderla a personas dedicadas a la recuperación; ya lo que refiere a otros tipos definitivamente su destino sería el relleno sanitario.

El programa de reciclaje implementado empieza a dar resultados ya que se están recogiendo en las casetas varios tipos de desechos, pero tal programa es un proceso lento y todavía se encuentra materia reciclable mezclada en la basura común. Esto se debe a que no hay un continuo seguimiento de información más que todo al personal de oficinas, campo y estudiantes, ya que los profesores si están colaborando.

4.4.3 Manejo de desechos orgánicos

Las secciones de producción producen materia orgánica de varios tipos, algunos la incorporan como rastrojo en el suelo para nuevos cultivos y otros la recogen para compostar o depositar en otro lugar.

La materia orgánica de los invernaderos de Horticultura en zona tres es acumulada en otra área en la misma zona para su descomposición, sin ningún tratamiento. Lo mismo hace la planta de postcosecha pero en zona uno.

Agronomía solamente recoge el olote producto del desgrane de maíz en los silos y deposita anualmente en la laguna seca el 75% de los olotes generados para picar y compostar, y el 25% más en apicultura para quemar y producir humo.

La materia orgánica de los parques y jardines, es recogida y depositada en la laguna seca para picarla y acumularla hasta implementar un programa de composteras en el sitio y poder llevar este material al campo como abono orgánico.

4.5 POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL DE LOS DESECHOS

Zamorano por ser una institución educativa, cuyo objetivo es mantener una comunidad integrada con la enseñanza, no produce residuos que causarían algún impacto en el ambiente, por el mismo hecho de la especialidad que enseña y los valores que promueve, siendo en el sector Agrícola ejemplo para el manejo de los recursos.

El relleno sanitario mediante cobertura de tierra y compactación fue diseñado para evitar: Liberación de olores, presencia de Zopilotes, roedores e insectos, también se controla la presencia de humo por la quema de basura en el ambiente. El problema que puede originar es la contaminación del agua subterránea debido al percolado de los líquidos que se produce por el proceso de descomposición (Rodríguez, 1996).

Las trincheras llenas hasta ahora no tienen respiraderos, y en estos casos la descomposición confinada puede producir metano el cual es explosivo en estos casos y monóxido de carbono, ambos venenosos y livianos que también pueden difundirse por suelos permeables llegando al agua subterránea o salir al aire (Loughry y Lacour, 1979).

De acuerdo a los tipos de desechos encontrados y el tiempo en que tardaría su degradación, además de su posible impacto tenemos la siguiente clasificación:

- ***Plástico.* El volumen producido es significativamente grande, en que se ha encontrado material de “Polyethylene terephthalate”, muy usados como envases de refrescos, jugos y alimentos de comidas rápidas.**

También hay envases de “High Density Polyethylene” como bolsas y botellas de leche, aceites, conservas, etc. Los cuales según Erazo, (1997) el tiempo que tarda en descomponerse puede llegar a 500 años. En Zamorano directamente no ha causado daño como contaminante, ya que el problema es estético pero puede originar consecuencias a largo plazo, tal como el PVC.

Según Donis, *et al.* (1998) el PVC es usado en tuberías de agua y envases de bebidas, el cual está compuesto por sustancias cloradas muy peligrosas que son cancerígenas, por tal motivo fue prohibida su fabricación en Suiza. En Zamorano se ha encontrado envases de PVC entre los plásticos, cuyo destino actual es el relleno sanitario.

- *Vidrio.* Este tipo de desecho, puede causar daño físico, si es desechado en cualquier espacio, ya que puede ser manipulado por niños, o animales domésticos, la cantidad encontrada no origina consecuencias y el destino actual es el relleno.
- *Materia Orgánica.* Como se ha encontrado, la descomposición de cualquier tipo de materia orgánica en el agua aumenta la demanda bioquímica de oxígeno, reduciendo la disponibilidad para los peces originando su muerte, también ocurre por la lixiviación de líquidos producto de la pudrición o descomposición de la materia orgánica, siendo mayor si la proporción de Nitrógeno es alta y el suelo tiene alta tasa de infiltración (Durán, 1997).

Este producto si es residuo de cocina, puede ser benéfico en cuanto a producir compost o traer serias consecuencias por su mal manejo ya que al fermentarse origina calor y mal olor, atrae vectores de enfermedades y es un medio propicio para la proliferación de moscas. Dependiendo del manejo que se le da en las casas y en los dormitorios, la materia orgánica contamina ensuciando los otros desechos que a su vez se pueden separar para ser reciclados como el caso del papel.

La materia orgánica de parques y jardines en el origen no causa ningún problema ya que es material seco y luego de picado en la laguna seca lo único que genera es calor. La de postcosecha por ser material verde con alto porcentaje de humedad, al descomponerse si desprende malos olores y prolifera gran cantidad de moscas en el lugar de deposición.

- *Metales.* En estos se clasifican las chatarras, las pilas o baterías, latas de aluminio y las latas de alimentos. En Zamorano el manejo actual trata de minimizar el daño o amenaza de estos al ambiente, pero si son arrojados en el suelo causa daño de tipo estético, además de riesgo para la fauna existente.

En cuanto a las pilas fabricadas a partir de mercurio y al hacer contacto con el suelo, su descomposición libera éste metal, el cual es muy tóxico en cuanto a problemas cancerígenos (Donis *et al.*, 1998). Los otros metales encontrados no emanan este tipo de sustancias, por ser en su mayoría ferrosos que al contacto con la humedad tienden a oxidarse y su descomposición dura pocos años.

4.6 PLAN ALTERNATIVO PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

En el siguiente plan operativo se propone la aplicación de los conceptos de reducir el volumen de basura producida, reusar algunos materiales que en varios casos son desechados y reciclar los tipos de materiales que tienen mercado para la elaboración de nuevos productos.

Para tal efecto se plantea una serie de pasos acompañada de la información necesaria para que tales conceptos sean integrados claramente y esperar el impacto deseado en cuanto a vida útil del relleno y la producción de compost ya que la comunidad es la principal involucrada en el sistema.

4.6.1 Reducción en el origen de producción

Para alcanzar esto, es necesario un constante seguimiento en cuanto a las actividades a implementar, creando conciencia y haciendo uso de campañas de capacitación por medio de charlas promovidas por el Departamento de Recursos Naturales.

Primero establecer normas, para que la separación de los desechos al momento de descarte se lleve a cabo de forma eficiente. Tales normas deben ser reglamentadas, para los estudiantes por la oficina de Servicios Estudiantiles, para las residencias y Departamentos de Producción implementar un sistema de cobro por el volumen producido; en todos estos casos es necesario premiar con incentivos o reconocimientos a los que muestran un ejemplo de manejo.

El volumen de desechos puede ser reducido si tomamos en cuenta algunos aspectos como: Evitar uso de empaques excesivos al momento de comprar artículos, comprando productos con envases retornables, comprar un solo producto grande en lugar de presentaciones pequeñas y no desechar materiales que se pueden reusar.

4.7.2 Reuso de desechos sólidos

Los materiales que se pueden y se necesita reusar para ahorrar recursos en la institución, corresponden al papel de impresión, en el efecto de usar las dos caras del papel como norma reglamentaria para la impresión o copias de borradores de tesis, información básica para reportes, así como información de internet.

En lo referente a las bolsas de plástico, estas pueden ser conservadas para compras posteriores y evitar la generación indebida de bolsas que para todo son usadas. En cuanto a los recipientes de vidrio en las casas se pueden reusar para otros contenidos y el exceso depositarlos en el tambo destinado para estos en las casetas azules.

4.7.2.1 Elaboración de compost a partir de la materia orgánica.

4.7.2.2 Siendo la materia orgánica lo que más se produce (50%) con relación a los otros desechos, en las áreas de producción como en las residencias. Para su rehuso se propone la elaboración de composteras a partir de la fermentación de desechos orgánicos (Cuadro 11), con una relación recomendada² para este caso de C: N (50 de carbono y 1 de nitrógeno) porque bajo estas condiciones se minimizan gastos operativos.

El compost es un producto húmico, cálcico y actúa como fertilizante químico, que al aportar con nutrientes en el suelo, este adquiere alto valor económico (Donis, *et al.* 1998).

Cuadro 11. - Relación Carbono-Nitrógeno de los materiales encontrados en el campus.

MATERIAL	RELACION C:N
Ramas, hojas secas, olote	200:1
Gramma	19:1
Desechos de cocina	15:1
Estiércol de vaca	25:1
Frutas, verduras y Res. de cosecha	35:1

Fuente: Adaptado del folleto de módulo de agricultura orgánica, EAP ZAMORANO 1995.

El departamento de Horticultura produce residuos de hortalizas de los invernaderos y de la planta de Postcosecha, ambos son fuentes baja de Carbono (Cuadro 11) por contener material verde, la producción alcanza 736.20 m³ por año.

El tiempo máximo en que se produce el compost con volteos cada 4 semanas es de 3-4 meses, con adición de 30% de estiércol como fuente de nitrógeno.

Para esta combinación de materiales se debe utilizar los residuos de Horticultura que tienen otro tratamiento con los desechos del comedor, los cuales se depositan en el relleno y se puede combinar con materiales que tienen alta proporción de Carbono tales como hojas secas, ramas picadas, etc., lo cual es recogido de parques y jardines y el olote que produce anualmente Agronomía sumando 3,911.14 m³ por año (sin incluir semilleros y apicultura que tiene su propio tratamiento) para utilizar cada cuatro meses en la elaboración de compost en la laguna seca), la adición de estos ingredientes se utilizan de tal forma para llegar a la proporción de C:N planteada.

² Santillán, R. (1998) Depto. Zootécnia, producción de compost y proporción óptima de C:N

Tomando en consideración que la capacidad de la laguna es de 7,700 m³ y si no se hace ningún tratamiento con el manejo actual, se saturaría a los 2.5 años, la alternativa en éste caso es elaboración de composteras (Figura 1), es decir acumular en capas uniformes el material que llega de las fuentes de C:N se puede realizar composteras de 108 m³, si el área de la laguna es de 3,080m²; y cada compostera ocupa 72 m² (más 72 m² de espacio vacío para entrada del volquete y facilitar los volteos), se puede hacer 1 cada 2 semanas.

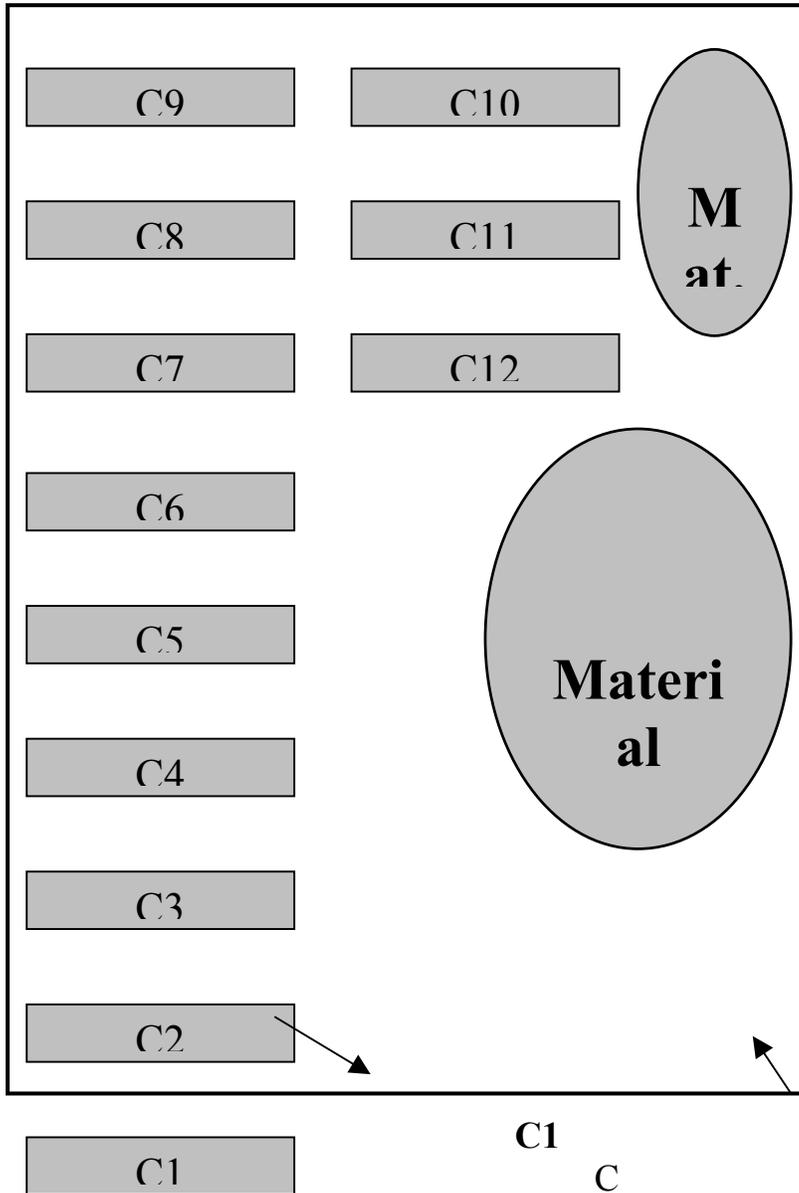


Figura 1. - Diseño de composteras en la laguna seca.
Según el diseño las 12 composteras se terminan de hacer en 24 semanas, para hacer la número 13 ya se debe haber sacado el

compost de la C1, y hacer las demás en forma cíclica, con lo que se determina que tiene la capacidad necesaria para la producción del compost con el material producido en Zamorano.

Para llevar a cabo esto, se sugiere el uso de la pala mecánica de maquinaria para dar vueltas a las composteras 1 vez cada mes. Una alternativa para empezar con la laguna limpia, es sacar el material picado y acumulado que se encuentra en ella ahora y regarlo en las plantaciones jóvenes de árboles y que sirvan de mulch.

El compost elaborado se lo puede entregar a los departamentos de producción para incorporarlo al suelo antes de la siembra de los cultivos, ya que este producto aporta con elementos al suelo, mejora su estructura así como la capacidad para retener humedad; también se puede usar como componente en el medio de crecimiento de plantulas.

En el mercado 1 kg de compost cuesta Lps 1.26. Si tenemos 4,107 m³ de materia orgánica por año y al compostarlo se reduce según Bohorquez, (1996) alrededor del 10%; se produciría 3696.3 m³ de compost, transformando (Densidad de 1m³ de compost = 146.79 kg), esto equivale a una producción por año de 542,580 kg de compost. Si cada cuatro meses se tiene aproximadamente 135,645 kg, disponible para el área de producción, la dosis recomendada³ promedio es de 20,000 kg/ha para mejorar la estructura del suelo. Además, para este volumen también se puede buscar mercado con mejor precio en haciendas grandes en el norte del país que demanden mucho de éste material.

En las residencias se requiere la elaboración de pequeñas composteras, ya que en conjunto producen 378 m³ (4.2 m³/casa) de material orgánico por año compuesto por residuos de alimentos y ahora está siendo depositado en el relleno sanitario.

Realizando tales composteras da como resultado el aumento de la vida útil del relleno en aproximadamente el doble. Para ello dicha materia orgánica al combinarla con las hojas secas de los jardines puede elaborar una compostera de 2.25 m³ (figura 2) en el jardín de estas; esto se puede hacer en la medida que se llenen las bolsas del material recogido y acumularlo en la compostera, con ayuda de su jardinero le pueden poner la hojarasca y cuando ya se tiene el volumen indicado se voltean y se puede empezar otra mientras la una se descompone, lo cual no tarda más de tres meses y de acuerdo a la producción por casa se realizarían 2 composteras por año.

³ Cepeda y Santillán (1998) Calidad de compost y dosis recomendada en agricultura.

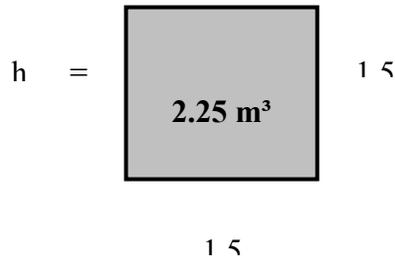


Figura 2.- Compostera propuesta para las residencias.

Según entrevista con el Dr. Santillán, esta labor es posible en las casas con jardines pero en los departamentos es difícil porque se carece del área disponible, en estos casos se puede recoger y llevar a la laguna seca. Para esto se necesita hacer seguimiento brindando el apoyo en cuanto a diseño y tipo de material a acumular, esto es parte de la campaña de información y capacitación que corresponde para el buen manejo de los desechos sólidos.

4.7.2.3 Análisis de costos de la laguna seca y producción de compost. Se realizó un análisis de los costos fijos en la laguna seca, así como los operativos en cuanto a la producción de compost (Cuadro 12).

Cuadro 12.- Costos de inversión de la laguna seca.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO LEMPIRAS	
			UNIDAD	valor total
Terreno	manzana	0.44	91,350	40,194
Tractor	horas	8.00	234	1,872
Motoniveladora	horas	8.00	400	3,200
Topografo	día	1.00	150	150
Ayudante	día	1.00	85	85
2 Trabajadores	día	1.00	40	40
Imprevistos	25%			11,385
TOTAL				56,926

Para el funcionamiento óptimo de la laguna seca, se necesita nivelar el terreno para evitar la acumulación de agua en invierno y evacuar los líquidos que se producen por la descomposición de la materia orgánica en el compostaje. Para ello se utiliza el equipo descrito (Cuadro 12) de acuerdo a la información de la oficina de Planificación.

En estos costos se considera el tractor de la Escuela y el tiempo requerido ya incluye tiempos muertos; la motoniveladora también consideró tiempos de transporte y calidad en el acabado, los costos de inversión también incluyen 25% de imprevistos para compensar gastos en caso de alquilar tractor de afuera o se tarde un poco más el tiempo de trabajo. El volumen a mover de acuerdo al área resulta de 2,275 m³ sin tomar en cuenta el valor del terreno, resulta un costo por metro cúbico de 6 lempiras.

Cuadro 13. – Costos operativos y beneficio de la producción de compost.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO LE MPRAS		
			UNIDAD	val. total	ANUAL
Picadora Chipper	Hora/sem	16	10.69	171	8,894
Pala mecanica	hora/año	411	180	73,980	73,980
3 Trabajadores	104 días	312	144	44,928	44,928
RECOLECCION DE:					
mat. Org. Comedor	hora/año	312	173	53,976	53,976
estiercol zootécnia	hora/año	52	183	9,516	9,516
mat. Org. Jardines	m ³ /año	2,845	97.90	278,526	278,526
TOTAL COSTOS					469,820
INGRESOS COM POST	m ³ /año	3,696	185	683,760	683,760
BENEFICIO BRUTO					213,940

Según el análisis, la producción de compost en la laguna seca deja un beneficio del 31% comparándolo con los ingresos brutos (Cuadro 13). Para el cálculo de estos costos, de acuerdo a la capacidad de la picadora (5.61m³/hora, comprobado en el campo) y la producción de materia orgánica (Cuadro 3), se determina un trabajo promedio de 16 horas semanales, con tres trabajadores. Observando los valores de inversión e ingresos, el primer año paga estos valores y los siguientes años los beneficios se verán en aumento.

En cuanto a la pala mecánica para el volteo del material cada cuatro semanas, se estimó sobre la base de un rendimiento de 10 m³/hora, calculándolo para el total de material compostado. De igual forma que en el relleno, el valor de la tierra no fue considerado gasto porque esta se revaloriza, pero aun así el beneficio estimado cubre este valor.

4.7.3 Reciclaje por tipos de desechos producidos

Al reducir la producción de desechos sólidos como una labor integral, los materiales separados (Papel, plástico, vidrio, latas de aluminio) pueden ser acumulados para vender⁴ en Tegucigalpa. Para lo cual en la fuente de generación (Estudiantes, residentes, empleados y trabajadores), es necesario aumentar el uso de los recipientes de las casetas azules destinadas para el reciclaje por tipo de desecho.

También es posible que en las casas separen solo la materia orgánica la cual en el proceso de descomposición contamina los otros desechos posibles de reciclar, esto se complementa con una separación breve que realizarían los trabajadores al momento de recogerlos. Una vez implementado el programa, la recolección puede ampliar su cobertura al reducir la frecuencia porque encontrarían menor volumen.

⁴ Mercado para papel, plástico, latas y vidrio en el Km. 6 vía Tegucigalpa- Olancho.

Con respecto a las otras secciones se debe destinar de los recipientes ya asignados de basura común uno para materia orgánica, uno que ya está para papel reciclaje y los otros para todo lo demás y separar después, para esto hay que establecer las normas reglamentarias para que tenga resultados esperados, no se sugiere poner otro tipo de recipiente porque los que están colocados de acuerdo a los muestreos son suficientes y se debe maximizar su uso para lograr eficiencia en el sistema.

En cuanto al papel hay mucho por hacer, el programa de reciclaje implementado tiene hasta ahora buenos resultados pero el porcentaje de papel que se recoge para reciclar es muy bajo (18.67%); comparado a la producción total de papel.

Es necesario que en las oficinas todo el papel que se desecha se lo deposite en los tambos asignados, esto funciona acompañado del establecimiento de normas de separación, aplicando también a los dormitorios y residencias. Esto es factible porque como describimos antes en Tegucigalpa también hay mercado para todo tipo de papel.

Con esto entonces se desecha en el relleno todo aquello que clasificamos como otros desechos o material mezclado. Si se desecha anualmente 2,987.52 m³ de desechos sólidos en el relleno (cuadro 2), con esta separación, el reciclaje y la elaboración de las composteras se estima que solo un 40% de los desechos producidos incluido lo del comedor se depositarían en el relleno, esto equivale a 1,297.76 m³ sin compactar.

En el relleno se ha encontrado que en un año se terminan de llenar 2 trincheras con 564 m³ de capacidad cada una (incluye 20% de tierra como material de cobertura). Con el programa propuesto se llenarían en dos años y medio, es decir la vida útil del relleno llegaría a 20 años, estas comparaciones hay que demostrárselas a la comunidad para lograr el impacto esperado.

Hay que tomar en cuenta que en las trincheras del relleno sanitario, se debe dejar respiraderos como orificios o tubos de plástico que no tiene ahora para liberar los gases producto de la descomposición de los desechos compactados. También por la infiltración de los líquidos en el suelo, se debe impermeabilizar con arcilla para evitar que estos lixiviados lleguen a las aguas subterráneas.

4.7.4 Frecuencias de recolección de basura común

La frecuencia de recolección de la basura común, por parte del personal de mantenimiento, se puede reducir tomando como base la capacidad de los tambos que tienen por sección y la producción semanal con la frecuencia actual. Esto es posible en los siguientes casos de 3 a 2 y en otros de 2 a 1 para mejorar eficiencia en el manejo (Cuadro 14). En las otras secciones se mantendrá igual como hasta ahora porque compactan la basura en los tambos cuando se están llenando.

Cuadro 14.- Frecuencia de recolección semanal propuesta.

FUENTE	basura/semana m ³	Frecuencia actual	Frecuencia Propuesta
AGRONOMÍA	1.17	2	1
REC. NATURALES	0.72	3	2
PROT. VEGETAL	0.57	2	1
KELLOGG Y DDR	1.56	3	2
CIENCIAS BASICAS	1.29	2	1
BIBLIOTECA y CCA	0.81	3	2
CLINICA	0.50	3	2
RESIDENCIAS	9.70	3	2
CAMPUS ALTO	3.23	2	1
DORMITORIOS PA	9.68	3	2
DORMITORIOS S.A.S.	0.24	2	1

La frecuencia de recolección actual toma 3.5 días de trabajo a la semana, con la reducción propuesta en éstos casos se reducen a 2.5 días el trabajo de recogida (Cuadro 15); demostrando un ahorro de un día de trabajo bajo las condiciones actuales.

También para ahorrar costos operativos según el Ing. Chaín⁵ se pueden recoger a la vez los desechos totales (Basura común y materia orgánica) mediante la unión de volquete más el trailer que se encuentra parado y hacer un solo viaje, con esto el volumen por recogida resulta (6.84 m^3 de volquete más 8.16 m^3 del trailer = 15.00 m^3).

El volquete realiza 16.5 viajes de desechos por semana, con el trailer se reduce a 7.5 viajes recogiendo la misma cantidad. En cuanto a horas de trabajo se economiza el costo de 44 horas semanales a 20 horas por semana (Cuadro 15).

Cuadro 15.- Eficiencia de recolección semanal de desechos.

Descripción	Recolectada actual (Semana)	Volquete + trailer (S)	Reducción de frecuencia/recogida	Ahorro anual	Ahorro lempiras/año

⁵ Ing. Alberto Chaín. Jefe de oficina de Superintendencia de Zamorano

		e m an a)			
Volquete	44 ho ras	2 0 h or as	8 horas	1,6 64 ho ras	249, 600
3 Trab ajado res	6 día s	3 dí as		15 6 día s	13,7 07
Chof er	44 ho ras	2 0 h or as	8 horas	1,6 64 ho ras	21,8 47
Total					285, 154

Las cifras de recolección propuesta entre el volquete-trailer con la reducción de frecuencia de recogida en varias secciones; muestra por año, un ahorro total de Lps. 285,154 que al compararlo con los costos operativos Lps. 536,483 (Cuadro 9) del manejo actual, el ahorro representa un 53.15% de los costos operativos anuales.

4.7.5 Beneficios del nuevo plan de manejo

Para esto comparamos los costos con los beneficios que se obtienen si se vende los desechos clasificados. Según De Erazo, (1997) existe un mercado cautivo en Tegucigalpa cercano al relleno sanitario para: Plástico, vidrio, papel y latas de aluminio, esto a su vez se comprobó con una gira por el lugar y los precios para cada uno (Cuadro 16):

Cuadro 16.- Precios y disponibilidad de materiales reciclables.

	Ingresos /año Lps/kg Lempiras	Zamorano kg/semana
Plástico	0.66 27,628	805
Papel blanco	0.88 11,440	250
Papel mezclado	0.66 37,367	1,089
Aluminio	6.60 4,462	13
Vidrio	0.20/bot 2,371	228bot.
	Total 83,268	

En la producción por semana se tomaron los datos en kilogramos (Cuadro 5) y se multiplicó por 52 semanas que tiene el año, para obtener el ingreso bruto. Comparando estos ingresos netos con los costos anuales en cuanto a los desechos sólidos, estos ingresos (Cuadro 16) representan el 15% de los costos totales por año. Tomando en cuenta los ingresos que se tendrían por la producción de compost, estos cubrirían en cierto modo los gastos, es decir el manejo de desechos sólidos también generaría ingresos, que no se han previsto.

De otra manera si el compost se consume en el campus, aunque no se ve el ingreso tangible, porque está dentro de la escuela, se sabe que se está realizando un manejo eficiente de los desechos sólidos.

Es importante destacar, que con el plan propuesto la vida útil del relleno aumenta a 20 años, es decir casi el doble del diseño actual. Esto nos indica que se ahorra aproximadamente Lps. 350,725 más la tasa de inflación de la próxima década, al tener que hacer otro relleno sanitario para los desechos de los siguientes años.

Además la menor frecuencia de recolección de los desechos del campus por parte del personal de mantenimiento debido a la reducción en la fuente, ahorraría sustancialmente los costos operativos, pero si son necesarios tres trabajadores más el chofer del volquete para esta labor.

5. CONCLUSIONES

El manejo de desechos sólidos en Zamorano, según la fuente de producción ha sido variable. En cuanto a la materia orgánica cuya producción es considerable por el volumen que representa por año (3174.74 m³) siendo mayor a la cantidad de basura común (2364.95 m³), debido a que la institución está ligada a la producción agrícola, el objetivo de ésta ha sido manejar la materia orgánica para la elaboración de composteras y hacer una producción integral y eficiente con todos los recursos.

La oficina de mantenimiento y el Departamento de Recursos Naturales están uniendo esfuerzos por hallar solución al manejo de los residuos, en el transcurso de este trabajo se ha encontrado los avances en cuanto al programa de papel de reciclaje, el cambio en la recolección de solamente usar la volqueta y no el trailer para reducir costos. También el relleno sanitario es una obra de los últimos años para la deposición de la basura.

Comparando el trabajo de campo y la revisión de literatura, se encontró que la producción de desechos sólidos por persona en Zamorano es similar a la producción urbana de Latinoamérica. Aunque se está mejorando el manejo en la recolección y la deposición final, el problema persiste en las fuentes de producción.

Al implementar un programa de manejo, éste no alcanzará los objetivos si no se considera el aspecto social, lo cual ha fallado en la mayoría de planes propuestos en cualquier área.

No hay seguimiento en las actividades de producción de compost en los departamentos de producción ya que solamente depositan la materia orgánica como tal, también se encontró que la comunidad en general tiene la buena intención de colaborar pero no tienen suficiente conocimiento de lo que hay que hacer ni de la magnitud del daño de los residuos sólidos.

Actualmente hay mercado de reciclaje para todos los desechos recuperados, para lo cual aquí no se ha hecho una eficiente separación desde la fuente de producción.

El plan propuesto es sencillo y fácil de implementar en el corto plazo, ya que para su éxito se debe hacer conciencia del aspecto ambiental y que los recursos cada día son más limitados, luego se debe pensar en aspectos económicos, de todas maneras este tiene beneficios en cuanto a reciclaje y producción de compost.

También se determinó que el volumen producido de desechos contaminantes, no representa riesgos de contaminación en el ambiente por su reducida producción.

6. RECOMENDACIONES

El manejo de desechos sólidos dependiendo del lugar, está ligado a múltiples recomendaciones. En Zamorano basados en los resultados del presente trabajo, se recomienda implementar el presente plan operativo por ser práctico.

Dar importancia, en cuanto a la implementación de normas o políticas además de soporte financiero necesario, para la implementación del plan propuesto.

Utilizar el modelo de éste plan de manejo, como herramienta educativa dentro del macromódulo de primer año. Con el objetivo que los estudiantes participen en el manejo físico, para que de tal manera estén conscientes de colaborar y la importancia que tiene la reducción en la generación de desechos, el reciclaje de los diferentes tipos y el rehuso de los tipos de materiales desechados.

Organizar un grupo ecológico para implementar y ejecutar programas de acción.

Hacer un estudio más detallado sobre la producción de compost, así como la factibilidad de nuevos mercados para este producto.

Que cada departamento o sección presupueste los costos de recolección de basura, para mantener un sistema de monitoreo y evaluar el volumen de cada sección, dependiendo su productividad.

Implementar un sistema de cobro a los departamentos, residencias y otras dependencias de la institución.

Realizar estudios para producir biogás a partir de los desechos sólidos producidos. Integrando los departamentos de producción ya que Zootécnia produce desechos fermentables, tales como estiércol, lácteos, porcino, avícolas y cárnicos; y los otros producen material residuo de cosecha con alto porcentaje de nitrógeno.

7. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACION MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS. (AMCRESPAC), 1993. Indicadores sobre los servicios de aseo urbano y el control de los residuos sólidos y peligrosos, Notas primera parte. México. v3, Tomo I.
- AMIGOS DE LA TIERRA. 1996. El cubo verde. [afiche] Madrid, España.
- . 1993. Los Residuos Sólidos Urbanos. Madrid, España. Cuaderno preparado por Amigos de la Tierra. 66 p.
- ARROLLO, J.; RIVAS, F.; LARDINOIS, I. 1997. La gestión de residuos sólidos en América Latina; el caso de las pequeñas, medianas empresas y microempresas, y cooperativas. Lima Perú, Serral, 210 p.
- BOHORQUEZ, M. 1996. Uso de lombrices y compostaje para la reutilización de los desechos orgánicos producidos por la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 52 p.
- BOLAND. 1990. Capacitación en Administración General del Medio Ambiente. OIT/PNUMA. Ginebra. v1, 200p.
- DONIS, J.; CARDENAL, L.; GARZONA, E.; HERNANDEZ, Y. 1998. Manual ciudadano sobre desechos sólidos. 2 ed., Guatemala, Gua. Greenpace Centroamérica. 99p.
- DURAN, H. 1997. Manejo de Residuos Sólidos Urbanos e Industriales en Chile. Comisión Económica para América Latina y El Caribe. (Correspondencia personal).
- ERAZO, D.M. DE. 1997. Inventario de empresas que se dedican al reciclaje en el municipio de Tegucigalpa. OPS/OMS. [Informe]. Tegucigalpa, Hond. Secretaría de Salud. 55 p.
- HABITAT/ONU. 1997. Programa de Manejo Integrado de Desechos Sólidos Ordinarios. Costa Rica. (Correspondencia personal).
- HAUSCHNIK, P. 1996. Gestión del manejo de desechos sólidos en Alemania. Guatemala, Gua. (Seminario). LIPAHI. *s.p.*
- INSTITUTO DE PROMOCION DE LA ECONOMIA SOCIAL (IPES), 1995. Rescatando Vida; recuperación de desechos sólidos en Lima, Perú,. v1. 73 p.

- ; PROGRAMA DE GESTION URBANA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (PGU-LAC); COSUDE. 1996. Reciclaje de Residuos Sólidos en las Fuentes de Generación; manual de instrucción para centros educativos, oficinas y organizaciones comunales. Lima, Perú, p. 15-17.
- LOUGHRY, F.G.; LACOUR, W.D. 1979. Sanitary landfill site selection and management. Ed. by M.T. Beatty, G.W. Petersen y L.D. Swindale., *in* Planing the uses and management of land. EE.UU. 300 p.
- OPS/OMS, 1995. Lineamientos Metodológicos para la Realización de Análisis Sectoriales en Residuos Sólidos; plan regional de inversiones en ambiente y salud. Madrid, España. Serie informe técnico # 4. p. 2-5.
- . 1993. Nuestro Planeta, Nuestra Salud; Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. Washington, D.C., EE.UU. p. 173 y 225.
- RIVAS, F.; ZURCHER, S. 1996. I Taller de Intercambio para la Promoción de la Autogestión Urbana de Desechos Sólidos en Centroamérica-Panamá. Asociación Centro Ejecutor de Proyectos Económicos y de Salud, Costa Rica. p. 70-78.
- RODRÍGUEZ, J. 1996. Relleno sanitario manual de la Escuela Agrícola Panamericana. [Informe]. Tegucigalpa, Hond. OPS/OMS. 37p.
- . 1995. Manejo integral de los desechos sólidos. [Informe]. Tegucigalpa, Hond. OPS/OMS. *s.p.*
- . 1992. Manual para manejo de desechos sólidos municipales. [Informe]. Tegucigalpa, Hond. OPS/OMS. *s.p.*
- SANTILLAN, R. 1998. Manual para producir compost. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Zootécnia. Tegucigalpa, Hond. (Comunicación personal).
- SCHULTHEIS, H. 1990. Tercera generación. Reportaje Bayer. (España). no. (62): 11-19.
- SKINNER, J. 1993. Residuos; los beneficios de la incineración en un sistema de gestión de residuos. Revista Técnica # 1. Bilbao. p 11.
- SOCIEDAD MEXICANA DE PLANIFICACION. 1997. Desarrollo sustentable. México, Mex. [Memoria]. (Correspondencia personal).

ANEXO 1

CUADRO PARA LA RECOLECCION DE DATOS						
		VOLUME N	PES O		FRECUENCIA	
SECCION	# TAMBOS	TOTAL	KG	TIPO	RECOLEC C.	DESTIN O
EDIFICIO PRINCIPAL						
RESIDENCIAS						
.....						
.....						
.....						
CAMPUS ALTO						
.....						
.....						
DORMITORIOS ESTUDIANTES						
.....						
.....						
.....						
DEPARTAMENTO						
.....						
.....						
.....						
COMEDOR						
.....						
.....						
.....						
CANTIDAD DE TIPOS DE DESECHOS (KG)						
SECCION	PAPEL	PLASTIC O	M.O.	VIDRI O	LATAS	OTROS

ANEXO 2

Direcciones de mercados para materiales reciclables en Tegucigalpa, km 6 vía Olancho.

- Doña Oneida
Compra papel mezclado, cartón, papel blanco y bolsas de plástico.
Paga Lps. 0.35 por libra de papel mezclado, Lps. 0.40 por el papel blanco, el cartón a razón de Lps. 0.10 la libra, el plástico a Lps. 0.40 la libra.
También compra latas de aluminio a Lps 3.00 la libra, cobre a Lps 4.00, hierro a Lps 0.10 (Comprende lo que son latas de conservas).
Todo este material lo acumula para llevarlo al Salvador o a San Pedro Sula para reciclar.
- Doña Carla
Compra vidrio, Lps 0.20 por bote de mostaza u otros recipientes de alimentos.
Botellas de bebidas a Lps 0.10 cada una, y Lps 1.00 por botella de flor de caña.
El plástico que compran, comprende botellas descartables o no retornables a razón de Lps 0.20 cada una.