

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Biología



“Dinámica de residuos sólidos en el cantón de Santa Cruz:
caracterización y cuantificación”

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Ingeniero en
Biotecnología con el grado académico de Bachillerato

Andrés Guevara Chaves

Cartago Diciembre, 2006

Dinámica de Residuos sólidos en el cantón de Santa Cruz: Caracterización y cuantificación

Andrés Guevara Chaves*

Resumen

El manejo de los residuos sólidos es un complejo problema que por ley deben resolver las municipalidades costarricenses. Se hace necesario desarrollar proyectos municipales que permitan resolver de forma sostenible esta situación. El estudio presentado pretende cuantificar y caracterizar los residuos sólidos generados en tres estratos distintos de Santa Cruz, para dirigir y estructurar un plan de manejo integral de residuos sólido adecuado. Los resultados revelaron que el cantón presenta un índice de generación de residuos similar a los cantones urbanos de Costa Rica; encontrándose una alta proporción de materia orgánica en la zona residencial, una elevada generación de cartón y plásticos en la zona comercial y una alta presencia de aluminio y plásticos en el estrato turístico. De allí que el plan de manejo de residuos debe contemplar la creación de un sitio para procesar materia orgánica y programas de reciclaje focalizados en plástico y cartón, además de fuertes políticas de educación ambiental.

Palabras Clave: Residuos sólidos; Santa Cruz; Tamarindo; Producción *per cápita*; Recolección; Generación.

* INFORME DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN, Escuela de Ingeniería en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2006

Solid Waste Dynamics in Santa Cruz: Characterization and quantification

Andrés Guevara Chaves*

Abstract

Solid Waste Management results in a complex problem that has to be solved by local governments. It is necessary the development of municipal projects that allow solving this problem in a sustainable manner. This research aims to measure solid waste quantity and characteristics generated in three segments of Santa Cruz, as an instrument to develop a proper plan for integral solid waste management. Results demonstrated that Santa Cruz show a waste generation index similar to Costa Rica's urban cities, with high organic matter proportion in domicile segments, elevated plastic and cardboard quantity in commercial sector and important production of aluminum and plastics in tourist zone. Is a fact that solid waste management plan in Santa Cruz must include organic matter processing sites, recycling programs based in cardboard and plastics, and intensive environmental educational programs.

Keywords: Solid waste; Santa Cruz, Tamarindo, Generation index, Recollection.

*FINAL WORK OF GRADUATION REPORT, Escuela de Ingeniería en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2006

**DINÁMICA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN DE SANTA CRUZ:
CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN**

**Informe presentado a la Escuela de Biología del
Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial
para optar al título de Bachiller en Ingeniería en Biotecnología**

Miembros del Tribunal

**MBA. Lilliana Gaviria Montoya
Profesora asesora-ITCR**

**Biol. William Arauz Bran
Asesor Municipalidad**

**MSc. Valdimir Villalba Velásquez
Lector**

DEDICATORIA

A Dios por haber permitido la conclusión de otra etapa de mi vida

A mis padres por los consejos y apoyo siempre incondicional

A mis hermanos por ser mis consejeros y ejemplos a seguir

A mi novia por brindarme ánimos e inspiración para seguir adelante

Andrés

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los siguientes organismos y personas, por su colaboración en el presente trabajo:

A la Municipalidad de Santa Cruz, por el apoyo financiero y logístico para la ejecución del proyecto.

A los miembros del tribunal evaluador, especialmente a la MBA Lilliana Gaviria Montoya y al Biól. William Arauz Bran, por sus aportes consejos y sugerencias que permitieron el desarrollo satisfactorio del proyecto

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE CUADROS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
INTRODUCCIÓN	12
REVISIÓN DE LITERATURA	15
ANTECEDENTES	15
GENERALIDADES DEL CANTÓN DE SANTA CRUZ	16
RESIDUOS SÓLIDOS	18
CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	19
<i>Producción de residuos sólidos</i>	20
<i>Producción per cápita de residuos sólidos</i>	21
<i>Producción de residuos e ingresos</i>	21
<i>Composición de los residuos sólidos</i>	22
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	23
<i>Componentes de la Gestión integral de los residuos sólidos</i>	23
<i>Jerarquía de la gestión integral de los residuos sólidos</i>	25
<i>Planificación para la gestión integral de residuos sólidos</i>	26
CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	27
OBJETIVO GENERAL	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS	30
ESTRATIFICACIÓN DEL CANTÓN	30
DIVULGACIÓN DE LA EXISTENCIA DEL ESTUDIO EN LA POBLACIÓN	31
DISEÑO EXPERIMENTAL	31
TOMA DE MUESTRAS	33
<i>Muestreo estrato residencial</i>	33
<i>Muestreo estrato comercial</i>	34
<i>Sondeo estrato turístico</i>	34
CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS	35

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
RESULTADOS	36
CUANTIFICACIÓN GENERAL.....	36
<i>Recolección</i>	36
<i>Generación</i>	38
ESTRATO RESIDENCIAL.....	39
<i>Aspectos cualitativos</i>	39
<i>Aspectos cuantitativos</i>	41
ESTRATO COMERCIAL.....	44
<i>Aspectos cualitativos</i>	44
<i>Aspectos Cuantitativos</i>	45
SONDEO ESTRATO TURÍSTICO.....	49
<i>Aspectos cualitativos</i>	49
<i>Aspectos cuantitativos</i>	50
DISCUSIÓN.....	53
ESTRATO RESIDENCIAL.....	55
ESTRATO COMERCIAL.....	57
ESTRATO TURÍSTICO.....	59
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

NÚM.	TÍTULO	PAG.
1	Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina y el Caribe	19
2	Producción promedio de residuos <i>per cápita</i> en los cantones costarricenses	20
3	Índices de producción de residuos sólidos e ingresos en la región del Caribe y Latinoamérica	21
4	Aspectos cuantitativos de recolección diaria de residuos sólidos en el casco central de Santa Cruz	36
5	Generación diaria promedio de residuos sólidos producidos en el casco central de Santa Cruz	37
6	Composición física relativa de residuos sólidos generados en el estrato residencial de Santa Cruz	41
7	Composición física relativa de residuos sólidos generados en el estrato comercial de Santa Cruz	46

ÍNDICE DE FIGURAS

NÚM.	TÍTULO	PAG.
1	Ubicación geográfica Santa Cruz en el territorio nacional	16
2	Flujograma de un sistema simple de manejo de residuos sólidos urbano	22
3	Flujograma de un sistema de manejo de residuos sólidos diferenciado	23
4	Recolección promedio de residuos sólidos según día de la semana en el casco central de Santa Cruz	35
5	Práctica de tratamiento de residuos sólidos en algunos hogares santacruceños	39
6	Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato residencial	40
7	Composición relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles generados en el estrato residencial	42
8	Disposición común de residuos para recolección observada en el sector comercial	43
9	Cantidades promedio de generación de residuos sólidos diarios en el estrato comercial según categoría de comercio	44
10	Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato comercial	45
11	Composición física relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles generados en el sector comercial	47
12	Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato turístico	49
13	Composición física relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles del estrato turístico	50
14	Residuos generados diariamente en el estrato turístico	51

ÍNDICE DE ANEXOS

NÚM.	TÍTULO	PAG.
1	Documento informativo entregado a los sacerdotes del cantón	69
2	Documento informativo entregado a los hogares seleccionados	70
3	Clasificación de residuos sólidos recolectados utilizada en el estudio.	71
4	Listas de centros de acopio para residuos reciclables o reutilizables de importancia para el cantón de Santa Cruz	72
5	Composición Porcentual de los residuos sólidos en Costa Rica	78

INTRODUCCIÓN

El proceso de urbanización experimentado en nuestro país se ha caracterizado por ser muy acelerado y carente de planificación. Este hecho ha traído consigo una serie de problemas tales como: perjuicios en el ambiente, afecciones de salud, creciente producción de residuos sólidos, líquidos, tóxicos, entre otros; los cuales convergen en la degradación ambiental de las ciudades y sus áreas de influencia.

El reto para mejorar la gestión de los residuos sólidos urbanos recae por ley en los gobiernos locales. Sin embargo, es evidente que la mayoría de las municipalidades costarricenses carecen de recursos económicos, técnicos, operacionales u organizacionales, aptos para enfrentar eficientemente dicho reto. De esta forma, impera la necesidad de movilizar recursos locales y fomentar compromisos de los actores locales para desarrollar sistemas participativos y sustentables que garanticen una mejor gestión de los residuos sólidos.

Definitivamente en la actualidad el desafío de las autoridades locales de las ciudades es desarrollar sistemas integrales y sustentables para la gestión de los residuos. Estos sistemas deben comprender la integración de todos actores (sociedad civil, empresarios, Organizaciones no gubernamentales y municipalidad) en el sistema de manejo integral municipal de los residuos, la interrelación de todos los elementos de la cadena de residuos, integración de aspectos técnicos, financieros, ambientales, sociales institucionales y políticos que aseguren la sostenibilidad del sistema; y la relación de la problemática de los residuos con otros sistemas urbanos.

La Municipalidad de Santa Cruz a través del tiempo no se ha preocupado por brindar el servicio de recolección y aseo a todo el cantón, al respecto en el 2004, sólo el 30% de la población tenía esta posibilidad. No se cuenta con instalaciones adecuadas para el procesamiento de desechos, por lo que se deben transportar los

desechos al relleno La Pampa, ubicado en el cantón de Carrillo, con la consecuente elevación de costos. Todo lo anterior provoca que los vecinos se deshagan de los desechos a través de quema o cobertura con tierra, agravando de esta forma el problema de contaminación ambiental.

En adición a lo expresado en el párrafo anterior, no existe una regulación técnica de los procesos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos por parte de la Municipalidad, mucho menos una cultura en el manejo de los mismos por parte de las comunidades, favoreciendo con ello el surgimiento de botaderos clandestinos en ríos, calles y lotes baldíos. A su vez, se carece de programas permanentes de manejo de desechos, campañas de reciclaje, y políticas de educación ambiental que minimicen los aspectos de contaminación y favorezcan la recuperación del entorno urbano-ambiental.

El principal obstáculo para resolver la problemática de los residuos sólidos municipales ha sido una administración deficiente y la ausencia de un plan estratégico que establezca un sistema eficaz y eficiente de gestión integral de los residuos sólidos. Justamente el diseño de dicho plan, no puede iniciarse sin contar con un panorama que refleje la situación de los residuos en cada cantón específico. Es decir, es totalmente necesario contar con datos reales sobre la cantidad y características de los residuos generados para orientar el sistema de gestión de los mismos con el objetivo de cubrir los requerimientos del cantón en cual se pretende implementar.

La necesidad de desarrollar proyectos municipales que permitan mitigar las consecuencias de este conjunto de problemas es inminente, por lo que se requiere establecer planes que permitan manejar de forma sostenible y sustentable el problema de los desechos sólidos municipales. Sin embargo, el desarrollo de este tipo de proyectos requiere de información base que revele de forma precisa la situación actual de la generación de residuos sólidos del cantón. Este tipo de información considerada punto de partida para desarrollar los planes de gestión

integral de residuos sólidos, la constituye el estudio de cuantificación y caracterización de los residuos sólidos municipales; por lo que la ejecución del estudio resulta ser imprescindible para el municipio santacruceño.

La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos permite entonces proyectar y estimar los datos reales de generación de desechos en el cantón, además de evaluar la composición relativa de los desechos según el tipo de material o sustancia de la cual se encuentran constituidos

De esta forma, el diagnóstico de la situación de los residuos sólidos en el cantón de Santa Cruz surge como el primer elemento técnico obligatorio dentro de los componentes esenciales para implementar el programa de gestión integral de residuos sólidos más adecuado a la situación y necesidades del cantón.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes

Desde los días de la sociedad primitiva, los seres humanos y los animales han utilizado los recursos de la tierra para la supervivencia y evacuación de residuos. En tiempos remotos, la evacuación de los residuos humanos u otros tipos de residuos no planteaba un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los residuos era grande. Los problemas de evacuación de residuos pueden ser trazados desde los tiempos en los que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas o comunidades, por lo que la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida en sociedad (Tchobanoglous *et al*, 1998).

El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales (la práctica de tirar los residuos a las calles sin pavimento, carreteras y terrenos vacíos) llevó a la reproducción de ratas, con sus pulgas respectivas, portando éstas la plaga bubónica. La falta de algún plan para la gestión de los residuos sólidos llevó a la epidemia, la plaga, La Muerte Negra, que mató a la mitad de los europeos del siglo XV, causando muchas epidemias subsiguientes con altos índices de mortalidad. No fue hasta el siglo XIX cuando las medidas de control de la salud pública llegaron a ser de una consideración vital para los funcionarios públicos quienes empezaron a darse cuenta de que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar a los roedores y a las moscas, los vectores sanitarios (Díaz *et al*, 1993).

Por otra parte, Tchobanoglous *et al* (1998), señalan que algunos fenómenos ecológicos tales como la contaminación del aire y del agua, han sido atribuidos a la gestión inapropiada de los residuos sólidos. El líquido de los basureros y vertederos mal diseñados, desde el ámbito de la ingeniería, ha contaminado una gran cantidad de aguas superficiales y subterráneas. Por su parte algunas actividades industriales

son generadoras directas o indirectas de lixiviados en algunos vertederos, los cuales pueden contener elementos tóxicos como cobre, arsénico, y uranio, o puede contaminar los suministros de aguas con sales de calcio y magnesio no deseadas y potencialmente perjudiciales. Aunque la naturaleza tiene la capacidad de diluir, extender, degradar, absorber o, de otra forma, reducir el impacto de los residuos en la atmósfera, en las vías fluviales y en la tierra han existido desequilibrios ecológicos allí donde se ha excedido la capacidad de asimilación natural

En la actualidad, las naciones están abogando por la sostenibilidad de los recursos, procurando ser más eficientes en el uso y aprovechamiento máximo de los mismo, evitando a toda costa el despilfarro. De allí que gestión integral de los residuos sólidos se convierte en una parte integrante de la economía de los países. De la misma forma, la problemática generada a raíz de los residuos ocupa un lugar prioritario en los intereses estatales, es por esto que los sectores públicos y privados demandan actividades tendientes a minimizar los perjuicios medioambientales de los procesos productivos e industriales. Dentro del amplio espectro de temas que guardan relación con una problemática de tal magnitud de interés actual como lo es la protección del medio ambiente, la problemática de los residuos ocupa un lugar principal en las políticas y directrices que componen una eficiente gestión ambiental (Alvarado, 2003).

Generalidades del cantón de Santa Cruz

El cantón de Santa cruz se crea mediante decreto legislativo N° 167 del 7 de diciembre de 1848 y es considerada la ciudad folklórica de Costa Rica. Las coordenadas geográficas medias del cantón Santa Cruz están dadas por 10° 15' 06" latitud norte y 85° 41'07" longitud oeste, en el mapa de Costa Rica se localiza en el sector noroeste del territorio nacional (Figura 1) . El cantón cuenta con una extensión de 1 312, 27 km² y se encuentra a una altitud de 49 msnm. La población total del

cantón es de 40 821 habitantes en los cuales prevalece un Índice de Desarrollo Social Cantonal de 58,2 lo cual implica que el cantón tiene grandes brechas sociales en términos de educación, salud, y calidad de vida. (Municipalidad de Santa Cruz, 2004).



Figura 1. Ubicación geográfica Santa Cruz en el territorio nacional

Al igual que el resto de la Región Choro-tega, el cantón de Santa Cruz se caracteriza por una economía en transición desde la década de los noventa. Esta transición se produce del sector agropecuario al sector turístico, que en la actualidad representa el motor económico del cantón (Municipalidad de Santa Cruz, 2004).

El sistema de manejo de los residuos sólidos de Santa Cruz, se encuentra representado por un sistema simple de manejo de residuos sólidos urbanos, descrito por Wehenpohl y Hernández (2006), ya que los residuos generados en el cantón no tienen algún tipo de tratamiento adicional más que la simple recolección y evacuación de los mismos en un relleno semicontrolado. Los desechos sólidos recolectados en el centro de la ciudad son trasladados al relleno semicontrolado “La Pampa” en Filadelfia, Cantón de Carrillo. Este vertedero no cumple con los requisitos mínimos de impermeabilización y tratamiento de lixiviados, puesto que el diseño del mismo no contempló las estructuras destinadas para dicho fin. De esta forma, el

relleno no satisface los requerimientos exigidos en el reglamento sobre operación y manejo de Rellenos Sanitarios, además de no contar con las conformidades correspondientes de la SETENA¹. En consecuencia, implica un serio problema ambiental, y representa una potencial problemática para el cantón de Santa Cruz por acumulación de desechos al no tener donde disponer de ellos (Municipalidad de Santa Cruz, 2006).

Dada esta perspectiva, el gobierno local del cantón de Santa Cruz debe dar solución al problema del mal manejo de los desechos sólidos, tal y como lo prioriza el Plan de Desarrollo Cantonal elaborado por las autoridades municipales del cantón santacruceño, es necesario un proceso de gestión moderno y eficiente, que resuelva técnicamente el problema del manejo de desechos sólidos y lo convierta en un sistema eficiente y sostenible a largo plazo. De allí que es prioridad para el gobierno local implementar un programa que aborde la problemática del manejo de los desechos sólidos desde su origen (Municipalidad de Santa Cruz, 2006).

Residuos sólidos

Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos. El término residuo sólido involucra tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales (Tchobanoglous *et al*, 1998).

Flores y Villafuerte (2003), definen los residuos sólidos como una heterogénea gama de objetos que se generan como resultado de las múltiples actividades humanas; incluyendo en este concepto también todo aquello que generan los animales domésticos.

¹ Arauz, W. 2006. Jefe Departamento Protección y Saneamiento Ambiental, Municipalidad Santa Cruz (Comunicación Personal).

En este mismo sentido, Alvarado (2003) señala que el concepto de desecho o residuo sólido, conforme ha sido precisado por los técnicos, se ha ido imponiendo al tradicional y popular de basura. De allí que se entiende como residuos sólidos cualquier basura, desperdicios, lodos y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales, domésticas y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas domésticas servidas o de cualquier otro contaminante significativo en los recursos hídricos, ni los sedimentos, ni los sólidos suspendidos o disueltos en los efluentes de aguas servidas industriales, ni los materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua (EPA, 1997).

El concepto de basura normalmente es asociado con todo objeto que ya no sirva, que no tiene ningún uso; por lo tanto, es algo que no se quiere conservar y se desea eliminarlo. Es sinónimo de suciedad, falta de higiene, malos olores y, en general, de un sentimiento de desagrado que lleva a buscar la manera de deshacerse de ella. En cambio, el término desecho o residuo es lo que resulta de la descomposición o destrucción; parte o porción que residualmente queda de una cosa, y que no necesariamente debe ser eliminado (Alvarado, 2003).

Díaz et al (1993) precisan específicamente el término desecho desde una perspectiva municipal, señalando que dicho término remite a un desecho sólido generado por una comunidad específica y el cual presenta características cualitativas y cuantitativas distintas según el nivel de industrialización o desarrollo que presente dicha comunidad.

Características de los residuos sólidos Municipales

Flores y Villafuerte (2003), señalan que las características atribuibles a los residuos sólidos Municipales son de alta variabilidad, en dependencia de las necesidades a solventar por cada municipio. Jaramillo (2002), sugiere que en los municipios de los

países latinoamericanos las características de mayor peso en la toma de decisiones respecto a al manejo de los residuos son las que se presentan a continuación.

Producción de residuos sólidos

Los residuos sólidos son generados en todas aquellas actividades en las que sus propietarios las consideran como desechos sin ningún valor adicional y son generalmente abandonadas o recogidas para su disposición final. El siguiente cuadro ilustra la producción de residuos según la fuente de generación.

Cuadro 1. Actividades generadoras de residuos sólidos en la región de América Latina y el Caribe

Actividades generadoras	Componentes	% del total de RSM
Residencial y domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos	10 a 20
Institucional Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros	Semejantes al comercial	5 a 15
Industria (pequeña industria y artesanía) Manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos.	5 a 30
Barrido de vías y áreas públicas	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	10 a 20

Fuente: OPS/OMS, BID; 1997

Producción per cápita de residuos sólidos

La producción de residuos sólidos se puede medir en valores unitarios como kilogramos por habitante por día, kilogramos por vivienda por día, kilogramos por cuadra por día, kilogramos por tonelada de cosecha o kilogramos por número de animales por día. La producción de residuos sólidos domiciliarios en la región latinoamericana varía de 0,3 a 1,0 kg/hab/día. Cuando a este tipo de residuos se agregan otros como los producidos por el comercio, las diversas instituciones, la pequeña industria, el barrido y otros, esta cantidad se incrementa entre 25 y 50%, o sea, que la producción diaria es de 0,5 a 1,2 kg/hab/día (OPS, 1999). Esta última aseveración se ilustra en el siguiente cuadro, el cual forma parte informe analítico realizado a partir de la Evaluación Nacional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales de Costa Rica (IFAM 2002)

Cuadro 2. Producción promedio de residuos per cápita en los cantones costarricenses

RANGOS DE POBLACIÓN	PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PPC KGS/HAB-DIA)	
	TOTAL DE MUNICIPIOS	PPC
GRANDES	3	1,063
MEDIANOS	22	0,765
PEQUEÑOS	56	0,740
TOTALES:	81	0,856

Fuente: IFAM 2002

Producción de residuos e ingresos

A pesar de que los índices de producción de residuos en los países en desarrollo son más bajos que en los industrializados, estos índices no son proporcionalmente más bajos en relación con los ingresos; situación que se puede ver refleja en el cuadro 3.

Cuadro 3. Índices de producción de residuos sólidos e ingresos en la región del Caribe y Latinoamérica

	Países		
	Bajos ingresos	Medianos ingresos	Industrializados
Producción per cápita kg/hab/día	0,3 a 0,6	0,5 a 1,0	0,7 a 2,2
t/hab/año	0,2	0,3	0,6
Ingresos promedio (US\$ de 1988) US\$/hab/año	350	1.950	17.500

Fuente: BID, OPS/OMS; 1997

La producción *per cápita* de residuos sólidos no solo varía de un país a otro, sino también de una población a otra e, incluso, de un estrato socioeconómico a otro dentro de una misma ciudad. Lo anterior confirma que el grado de desarrollo del país, el ingreso *per cápita* y el tamaño de las ciudades son factores determinantes para que se incremente su producción.

Composición de los residuos sólidos

La composición de los residuos sólidos municipales recae en los subproductos originados en las actividades que se realizan en la vivienda, la oficina, el comercio y la industria (lo que se conoce comúnmente como basura) y están compuestos de residuos orgánicos, tales como sobras de comida, hojas y restos de jardín, papel, cartón, madera y, en general, materiales biodegradables; e inorgánicos, a saber, vidrio, plástico, metales, objetos de caucho, material inerte y otros.

En términos generales, Jaramillo (2002) afirma que los resultados de estudios latinoamericanos sobre composición de los residuos sólidos municipales coinciden en destacar un alto porcentaje de materia orgánica putrescible (entre 50 y 80%), contenidos moderados de papel y cartón (entre 8 y 18%), plástico y caucho (entre 3 y 14%) y vidrio y cerámica (entre 3 y 8%).

Gestión de los residuos sólidos

La gestión de los residuos sólidos se refiere a la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de los residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, respondiendo a su vez a las expectativas públicas. Dentro de su ámbito, la gestión de residuos sólidos incluye todas las funciones, administrativas, financieras, legales, de ingeniería y planificación involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos (Tchobanoglous *et al*, 1998).

Por su parte el término manejo integral de los residuos sólidos se refiere a la parte técnica de la gestión integral e incluye todos los aspectos relacionados con los Residuos Sólidos Urbanos (RSU); la generación, almacenamiento, barrido, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento de materiales y disposición final (Wehenpohl y Hernández, 2006).

Componentes de la Gestión integral de los residuos sólidos

La gestión de los RSU puede tener muchas variaciones pero siempre debe adaptarse a las condiciones de la situación local y las posibilidades de cada municipio (Wehenpohl y Hernández, 2006). En este sentido el manejo de los residuos como parte de la gestión puede ser muy sencillo, como muestra el siguiente flujograma:



Figura 2. Flujograma de un sistema simple de manejo de residuos sólidos urbanos

Fuente: Wehenpohl y Hernández, 2006

El flujograma anterior sin embargo se limita únicamente a la recolección y disposición de los residuos sólidos generados. Otros conceptos pueden incluir una serie de formas adicionales (figura 3), especialmente en el tratamiento que favorezca la protección al ambiente y que conforme un sistema de gestión de residuos sólidos de mayor complejidad pero de mayor eficacia en términos económicos, sanitarios y ambientales.

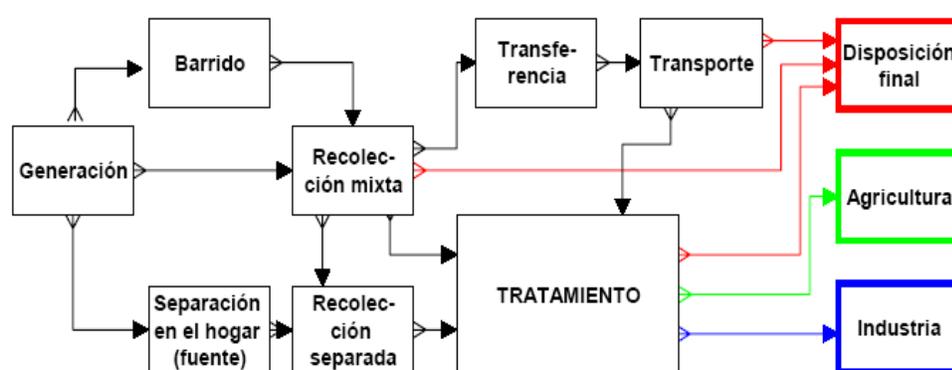


Figura 3. Flujograma de un sistema de manejo de residuos sólidos diferenciado

Fuente: Wehenpohl y Hernández, 2006

Según Tchobanoglous *et al* (1998) los elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos desde el punto de generación hasta la evacuación final han sido agrupados en seis grandes componentes o unidades funcionales, a saber:

1. **Generación de residuos:** abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional y/o bien son tirados o recogidos juntos para la evacuación.
2. **Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen:** la manipulación y la separación de residuos involucra las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que éstos son colocados en contenedores de almacenamiento para la recogida.

3. **Recogida:** este elemento funcional incluye no solamente la recogida de residuos sólidos y de materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales después de la recogida al lugar donde evacua el vehículo recolector.
4. **Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos:** el cuarto elemento funcional engloba la recuperación de materiales separados, la separación y el procesamiento de los componentes de los residuos sólidos, y la transformación del residuo sólido que se produce principalmente en localizaciones fuera de la fuente de generación de residuos.
5. **Transferencia y transporte:** este elemento comprende dos pasos: a) transferencia de los residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande y b) el transporte subsiguiente de los residuos normalmente grandes distancias a un lugar de procesamiento o evacuación.
6. **Evacuación:** la evacuación de los residuos sólidos mediante vertederos controlados o la extensión en superficie es el destino último de todos los residuos, bien sean de carácter urbano, materiales residuales de instalaciones de recuperación de materiales, rechazos de combustión o compost u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos.

Jerarquía de la gestión integral de los residuos sólidos

Establecer una jerarquía en la gestión de residuos es de vital importancia para clasificar las acciones en la implantación de programas dentro de la comunidad. Sin embargo, el hecho de que cada comunidad presente características y necesidades distintas justifica que el orden jerárquico específico varíe, o que cada eslabón de la pirámide de jerárquica sea distinto según los requerimientos y realidad de una comunidad en particular. A continuación se presenta el orden jerárquico definido por Tchobanoglous *et al* (1998).

1. **Reducción de origen:** implica reducir la cantidad y toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. Esta resulta ser la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos generados, los costos asociados a su manipulación y los impactos ambientales.
2. **Reciclaje:** este eslabón jerárquico involucra a) la separación y recogida de los materiales residuales, b) la preparación de dichos materiales para la reutilización, el reprocesamiento y transformación en nuevos productos y c) la reutilización, reprocesamiento y nueva fabricación de productos. El reciclaje es un factor importante para ayudar a reducir la demanda de recursos y la cantidad de residuos que requieren la evacuación mediante vertido.
3. **Transformación de residuos:** involucra la alteración física, química o biológica de los residuos. La transformación de los residuos normalmente da lugar a una mayor duración en la sostenibilidad de los vertederos.
4. **Vertido:** el último estrato constituye el destino de los residuos sólidos que no pueden ser reciclados y no tienen ningún uso adicional, la materia residual restante después de la separación de residuos sólidos en una instalación de recuperación de materiales y la materia residual que queda después de la recuperación de productos de conversión o energía. El vertido implica entonces la evacuación controlada de residuos encima o dentro del manto de la tierra y es con mucho, el método más común para la evacuación final de residuos; a pesar de que representa la forma menos deseada desde el punto de vista social para tratar los residuos.

Planificación para la gestión integral de residuos sólidos

El desarrollo e implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) es esencialmente una actividad local que implica la selección de una correcta combinación de alternativas y tecnologías para afrontar las cambiantes necesidades de la gestión local de residuos, afrontando simultáneamente los mandatos legislativos. Los aspectos trascendentales para el éxito de este tipo de planes están constituidos por el empleo de una combinación correcta de alternativas y tecnologías,

la flexibilidad para afrontar cambios futuros y establecer claramente la estrategia de supervisión y evaluación continua de dicho plan (Acurio *et al*, 1997)

En este mismo sentido, un plan que permita establecer e implantar una GIRS acertada debe partir de una información base que permita generar una perspectiva realista de la situación de los residuos sólidos a la cual se le debe hacer frente (Wilson *et al*, 2001). Diaz *et al* (1993) sugieren que una determinación acertada de la cantidad y características de los residuos sólidos municipales es un paso esencial y totalmente necesario para iniciar con un plan adecuado para el manejo de los residuos sólidos municipales.

Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos municipales

Un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos es un documento utilizado como instrumento base para la gestión adecuada de los residuos sólidos de una ciudad. Desarrolla un método sencillo de estimación de la generación de los residuos sólidos producidos por sus habitantes, así como el modo de separación más apropiado para determinar la composición física promedio, entre otras características de importancia para establecer un plan de GIRS (Flores y Villafuerte 2003).

La generación de residuos sólidos domiciliarios o domésticos por persona y por día, comúnmente llamada producción *per cápita* (PPC), es muy útil para estimar la generación total de los residuos sólidos domésticos de una población determinada. La cantidad de los residuos sólidos se infiere a partir de muestras obtenidas en diversos puntos de la ciudad, clasificados por niveles sociales o según la fuente de generación de desechos (Deffis, 1990)

Se entiende por caracterización de residuos sólidos al proceso por el cual se identifican los diversos tipos y formas de residuos generados en una ciudad, facilitando así su clasificación con fines no sólo de manejo de información básica sino

de información que, permita su recuperación, reutilización y/o reciclaje (Stokoe y Teague, 1995)

El conocimiento de la cantidad y características de los residuos sólidos permite a las autoridades de los gobiernos locales responsables del manejo de los residuos sólidos, encontrar las soluciones más apropiadas a los problemas que se presentan en las operaciones básicas de almacenamiento domiciliario, recolección, transporte y disposición final de los residuos, evitando de ésta manera el deterioro de la calidad ambiental y los riesgos a la salud humana (Flores y Villafuerte 2003). De allí que Bernache *et al* (2001) recalque que la correcta noción sobre la composición de los residuos sólidos y las fuentes generadoras de los mismos son la base para las tomas de decisiones que conduzcan a una gestión adecuada de estos, resultando totalmente necesario la realización de este tipo de estudios.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir con el sistema integral de manejo de desechos sólidos municipales del cantón de Santa Cruz mediante la elaboración de un estudio de cuantificación y caracterización de los residuos sólidos producidos en el cantón, generando información que permita dirigir los planes y estrategias del manejo de los residuos sólidos.

Objetivos específicos

- Analizar y contrastar los datos para facilitar el diseño de un plan manejo de residuos sólidos a corto mediano y largo plazo que se adapte a las necesidades y características propias del cantón.
- Analizar y comparar los datos generados para elaborar propuestas de métodos y posibles políticas municipales para facilitar el desarrollo del programa integral de manejo de desechos..
- Estimar la producción *per cápita* de residuos sólidos del cantón
- Determinar la cantidad total de residuos sólidos producidos en el casco central del cantón de Santa Cruz según su fuente de generación (residencial, comercial y turística).
- Determinar la composición relativa de los residuos sólidos generados en el cantón.
- Analizar cualitativamente la situación de los residuos sólidos en las tres fuentes de generación que abarca el estudio

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para la toma de muestras se basa en la descrita por Flores y Villafuerte (2003), sin embargo fue adaptada a las características del cantón de Santa Cruz, tomando en cuenta las necesidades, capacidad logística y técnica del gobierno local. Se realizó una etapa previa de preparación, planificación e información; la cual consistió básicamente en organizar y capacitar a los colaboradores del estudio, analizar el mapa del casco central, elaborar un cronograma de actividades y organizar los aspectos logísticos pertinentes al estudio.

Estratificación del cantón

La estratificación del cantón se realizó según la fuente de generación de desechos. En este sentido se optó por dividir el estudio en tres grandes muestreos, los cuales corresponden al estrato residencial, el estrato comercial y el estrato turístico. Los dos primeros estratos mencionados pertenecen al casco central de la ciudad, constituida por aproximadamente $2,608 \text{ km}^2$ ²; siendo el sitio donde se genera la mayor concentración de residuos sólidos y la municipalidad ofrece un servicio total (100%) de recolección. En este mismo sentido, la focalización del muestreo en el casco central responde al hecho de que en este sitio es donde se conoce exactamente el número de abonados a los cuales se les brinda el servicio de recolección, lo cual permite estimar de forma precisa el tamaño de la muestra a analizar. Por su parte para el estrato turístico se optó por utilizar hoteles como unidades de muestreo, sin embargo en esta zona no se cuenta con un dato preciso sobre la cantidad de establecimientos existentes puesto que el municipio no tiene injerencia en la recolección de residuos en dicha zona y por lo tanto en el departamento de cobros tiene datos sobre los abonados que se les cobra el servicio de recolección.

² Chaves, A. 2006. Departamento de Catastro Municipalidad de Santa Cruz. (Comunicación personal)

Divulgación de la existencia del estudio en la población

Con el fin de informar preliminarmente a la población sobre la ejecución del estudio se preparó un documento informativo (anexo 1) el cual se envió a los sacerdotes del cantón y se les solicitó la lectura del mismo después de las ceremonias religiosas. El documento explica en palabras claras y sencillas la importancia y características del estudio, e insta a la población a colaborar de forma activa con el mismo.

Por su parte, se prepararon documentos informativos dirigidos a cada una de las unidades de muestreo seleccionadas y según el estrato al cual pertenecen. De esta forma se prepararon tres documentos diferentes pero con un eje central informativo idéntico (anexo 2). Los documentos se entregaron y explicaron personalmente a cada unidad muestreada con anticipación a la toma de muestras, a fin de que se lograra obtener un compromiso serio de participación por parte de las unidades seleccionadas para el estudio.

Diseño experimental

El tipo de muestreo utilizado corresponde a un muestreo simple al azar puesto que permite estimar algunas características de los estratos seleccionados sin medir todas las unidades de éstos. El número de muestras analizadas en los estratos residencial y comercial corresponden al resultado de la ecuación:

$$n = \frac{v^2}{\left(\frac{(E)^2}{(1.96)^2} + \frac{v^2}{N} \right)}$$

Donde:

n = Número de muestras.

v = Desviación estándar de la variable Xi (Xi = Producción por fuente de generación i)

E = Error permisible en la estimación de PPC (g/fuente-día).

N = Número total de fuentes de generación del estrato definido.

Los valores empleados para el estrato residencial fueron los recomendados por Flores y Villafuerte (2003) :

Error permisible: 50 g/ fuente-día.

Confiabilidad 95%: 1.96

Desviación estándar: 250 g/fuente-día.

Número de fuentes de generación en estrato residencial: 2133³

De esta forma, resolviendo la ecuación anterior, el muestreo residencial requirió de 92 unidades de muestreo para ser estadísticamente válido ante los parámetros mencionados.

Por su parte las unidades de muestreo analizadas en el estrato comercial responden a los mismos parámetros de confiabilidad y desviación estándar, variando únicamente el error permisible a 100 g/fuente-día y elementalmente el número de fuentes de generación en este estrato, las cuales corresponden a 186^{4*}. Así, resolviendo la ecuación ya descrita, el muestreo comercial requirió del análisis de 21 muestras para tener validez estadística. Dentro de este mismo estrato se categorizó según el tipo de comercio al que pertenecían las unidades muestreadas en: supermercados, restaurantes, tiendas de ropa, panaderías, tiendas de electrodomésticos y ferreterías.

³ Total de contribuyentes a los cuales se les cobra el servicio de recolección de desechos sólidos, Departamento de Bienes inmuebles, Municipalidad de Santa Cruz 2006.(comunicación personal)

⁴ Total de comercios contribuyentes a los cuales se les cobra el servicio de recolección de desechos sólidos, Departamento de Bienes inmuebles, Municipalidad de Santa Cruz 2006.(comunicación personal)

En cuanto a la zona turística, el análisis realizado corresponde a un sondeo realizado en tres hoteles distintos de la zona de Tamarindo, tomando en cuenta los costos logísticos y el alto grado de dificultad que representó la coordinación con los gerentes hoteleros de esta zona se acordó con las autoridades municipales utilizar sólo estos tres hoteles como unidad de muestreo representando el estrato turístico.

Toma de muestras

Para la toma de muestras se optó por obtener los residuos sólidos directamente desde la fuente de generación debido a que permite mayor facilidad en el momento de la selección de los residuos y, por ende, involucra menor riesgo al momento de su manipulación. Los muestreos fueron realizados entre los meses de agosto y octubre del 2006

Muestreo estrato residencial

Se visitaron un total de 125 hogares ubicados en el casco central de la ciudad y seleccionados al azar, hasta que se logró obtener efectivamente las 92 muestras requeridas para el estudio. Se realizó una visita a cada hogar seleccionado con dos días de anticipación a la toma de muestras. En dicha visita se entregó el documento informativo correspondiente, se explicó la forma de participación en el estudio y se adjudicaron a los hogares respectivos dos bolsas para recolectar los desechos o basura. Las bolsas fueron de dos colores diferentes, verde y negra, las cuales estaban rotuladas con las frases “restos de comida” y “otros residuos” respectivamente.

Posteriormente se explicó qué tipo de residuos serían recolectados o depositados en cada una de las bolsas entregadas durante un día completo y finalmente se pasó recolectando las muestras el día siguiente al día evaluado en el estudio. Los residuos recolectados se trasladaron con ayuda de un camión de la Municipalidad de Santa

Cruz , a un sitio adecuado para el manejo de los mismos, también propiedad de la municipalidad, donde se realizaron los análisis respectivos de masa y caracterización

Muestreo estrato comercial

Se tomaron 24 muestras de establecimientos comerciales pertenecientes a cada una de las seis categorías ya mencionadas. De igual forma se realizó una visita previa a cada establecimiento donde se hizo entrega del documento informativo y se explicó el mecanismo de participación en el estudio. La entrega de bolsas para la recolección de los residuos a cada establecimiento no fue realizada en este estrato puesto que el volumen de desechos producidos en cada establecimiento es muy grande y no es posible estimar el número de bolsas requeridas en cada sitio de generación de desechos. La recolección de los residuos se realizó dos días posteriores a la visita dejando así un día completo para que cada establecimiento recolectara los desechos generados durante todo ese día. Los desechos recolectados fueron trasladados con ayuda de un camión municipal a un sitio adecuado para el manejo de los mismos (propiedad de la Municipalidad) donde se realizaron los análisis pertinentes.

Sondeo estrato turístico

Se seleccionaron tres hoteles ubicados en Playa Tamarindo, tomando en cuenta que la capacidad de ocupación de los mismos no superara las 100 personas para efectos de facilitar la manipulación de los residuos. Inicialmente se realizó una visita previa para coordinar con los respectivos gerentes el día en que se iban a recolectar y analizar los residuos allí producidos. Las muestras se analizaron en cada hotel, por lo que no hubo traslado de residuos a ningún sitio específico, esto para evitar dificultades innecesarias del traslado de los residuos. Las muestras fueron pesadas y caracterizadas en el mismo sitio de generación.

Cuantificación y caracterización de los residuos

Se utilizó una romana de 50 kg (± 250 g) y se determinó la masa de residuos de cada fuente individual de generación. Se determinó la masa de residuos inorgánicos y orgánicos no putrefactibles, la masa de materia orgánica (residuos de comida, material putrefactible) y la masa total de residuos (la suma de ambas).

Para la caracterización de los residuos se tomaron los residuos inorgánicos y orgánicos no putrefactibles y se separaron según la clasificación establecida para el análisis (anexo 3). Finalmente, una vez separados los residuos se determinó la masa según el grupo de material que los compone.

Análisis estadístico

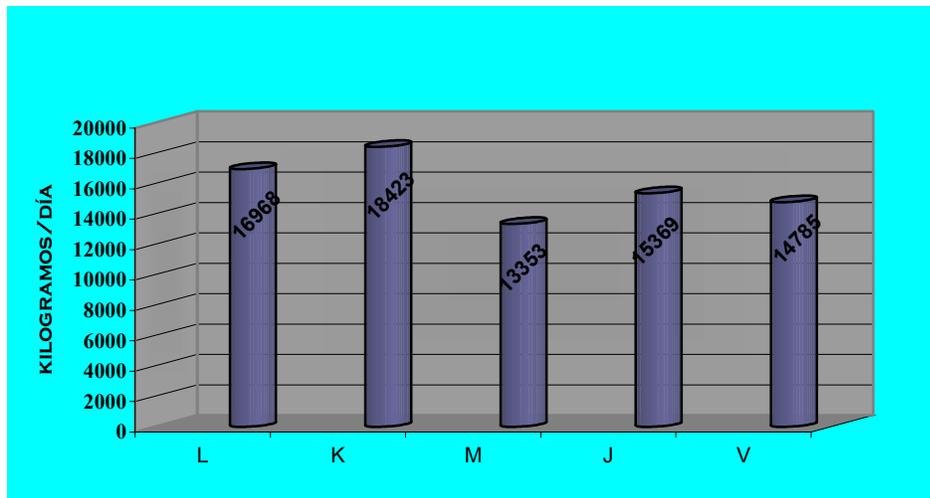
Se utilizaron medidas de tendencia central y medidas de dispersión para describir el comportamiento de las muestras en cada estrato y poder inferir los datos a la población. Además se utilizaron gráficas y cuadros para facilitar el manejo, la organización y representación de los datos arrojados por el estudio.

RESULTADOS

Cuantificación general

Recolección

Los datos de recolección de residuos sólidos fueron recolectados de forma paralela al estudio de generación de residuos sólidos. La información concerniente a recolección se encuentra basada en los pesos reportados por el relleno “La Pampa” de la municipalidad de Carrillo.



MS EXCEL

Figura 4 . Recolección promedio de residuos sólidos según día de la semana en el casco central de Santa Cruz (Datos basados en recopilación de facturas de cobro del relleno sanitario La Pampa julio - setiembre del 2006).

La figura anterior demuestra claramente que los días lunes y martes representan las jornadas de mayor recolección de residuos, mientras que el día miércoles figura como el de menor cantidad de residuos recolectados.

Por otra parte, los datos recopilados de recolección permiten calcular otros aspectos estadísticos importantes, presentados a continuación.

Cuadro 4. Aspectos cuantitativos de recolección diaria de residuos sólidos en el casco central de Santa Cruz (julio-setiembre 2006)

Promedio (kg/día)	Desviación estándar (\pm kg)	Coefficiente de Variación	PPC basado en recolección (kg/día)
15 780	1 965	12%	0,90

Fuente: Datos basados en recopilación de facturas de cobro del relleno sanitario La Pampa

El cuadro anterior deja claro que en el casco central del cantón se recolectan prácticamente 16 toneladas diarias de basura, lo cual distribuido entre los 17 486 habitantes del distrito central supone una PPC de 0,90 kg/día. Por otra parte un CV (coeficiente de variación) de 12 % evidencia las diferencias en la cantidad recolectada entre los diferentes días.

Generación

Producto del procesamiento y condensación de los datos obtenidos durante el transcurso del estudio permitieron estimar una serie de parámetros que representan la síntesis general de los aspectos cuantificables de la generación de residuos sólidos en el cantón. Los valores determinados para estratos residencial y comercial presentan un 95% de confiabilidad. El Cuadro 5 sintetiza los aspectos cuantitativos determinados a nivel general y para cada estrato, en la etapa de generación de residuos.

Cuadro 5. Generación diaria promedio de residuos sólidos producidos en el casco central de santa cruz

Parámetro	Valor medio (Kg/día)	Desviación estándar (\pm kg)
*Producción <i>per cápita</i> (PPC) total	1,05	-
Producción <i>per cápita</i> (PPC) residencial	0,57	0,30
Producción por unidad (PPU) comercial	25,9	18
**Producción <i>per cápita</i> (PPC) turística	0,67	-

* Calculado como promedio ponderado del estrato comercial y residencial, dividido entre la cantidad promedio de habitantes por hogar en el distrito central: 3,9 personas (INEC 2000).

** No pertenece al casco central, la PPC corresponde a la totalidad de los residuos generados en cada hotel divididos por la ocupación más el personal.

La producción *per cápita* total representa el valor estimado de generación para cada habitante de la población a la cual se le brinda el servicio de recolección, de allí que

sea superior al valor de la PPC residencial puesto que se incluye el valor ponderado que tiene el sector comercial en la generación de residuos por habitante.

Evidentemente la generación de residuos *per cápita* en el estrato residencial es mucho menor a la producción de residuos por unidad comercial. Mientras tanto, la generación de residuos *per cápita* en el estrato turístico es aproximadamente un 17,5% superior al estrato residencial.

Resulta claro el alto valor de las desviaciones estándar encontrados para el sector comercial y residencial, en ambos casos, dicho valor supera la mitad del valor medio (coeficiente de variación > 50 %), indicando así que los valores determinados fluctúan considerablemente. Sin embargo, esta situación no resulta ser de mayor importancia, al menos para el estrato comercial, por razones que se discutirán en la sección correspondiente más adelante en este informe.

Estrato residencial

Aspectos cualitativos

Las visitas previas a los hogares participantes resultaron ser de suma importancia para generar una perspectiva y valoración cualitativa general de la cultura que se tiene en el cantón respecto de los residuos sólidos.

En muchos de los hogares participantes se observó una deficiencia en el conocimiento de los conceptos básicos referentes a los residuos; en especial muchas personas no tienen una idea clara del concepto “materia orgánica”.

Por otra parte, es común que en muchos de los hogares se introduzcan desechos de jardín, hojas secas del patio o residuos de esta índole dentro de las bolsas que son dispuestas para que el camión recolector municipal las traslade al respectivo

botadero. Resulta importante señalar que la recolección de restos de comida para animales domésticos, sean estos del propio hogar o de terceros que los recolectan con cierta frecuencia en algunos hogares; es una práctica observada en muchos de las casas participantes en el estudio.

Otra de las prácticas observadas para el tratamiento de los residuos en los hogares, particularmente en las casas con patio son las quemas de los restos de jardín y hojas secas, las cuales comúnmente se queman en conjunto con residuos de bolsas plásticas o envases plásticos, como lo ilustra la figura 3.



Figura 5. Práctica de tratamiento de residuos sólidos en algunos hogares santacruceños

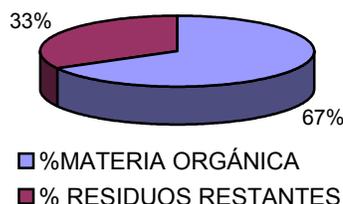
Finalmente y como es la norma debido a la falta de educación ambiental de los ciudadanos costarricenses, se observó una gran cantidad de residuos tirados en los patios o aceras de las casas, especialmente residuos pequeños y de poco peso, es decir envolturas de golosinas, bolsas plásticas, pajillas y similares .

Es importante recalcar que en todos los hogares visitados se observó una actitud de interés respecto al tema de los residuos sólidos municipales, anuencia a conocer más sobre el tema y apoyo a los estudios que vayan en pro de mejorar el manejo de los residuos sólidos municipales.

Aspectos cuantitativos

La PPC de residuos sólidos en el estrato residencial resultó ser de 0,57 kg/día $\sigma= 0,30$ kg/día, valor poco más bajo que el estimado por Abarca (2001) para la zona residencial de Cartago, el cual es de 0,64 kg/día con una desviación estándar de 0,53 kg/día.

Por otro lado, el muestreo en el estrato residencial proyectó una serie de datos respecto a las cantidades relativas de generación de materia orgánica y el resto de residuos (figura 6). Asimismo, permitió focalizar de forma específica las cantidades relativas de materiales distintos a materia orgánica (figura 7).



MS EXCEL

Figura 6. Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato residencial

De la figura anterior claramente se denota la baja proporción de residuos inorgánicos u orgánicos no putrescibles en los hogares del cantón, siendo la materia orgánica la mayor cantidad de residuos generados en el sector residencial. Este comportamiento

concuera con el determinado para la zona rural en otros municipios de Costa Rica (anexo 5).

En el cuadro 6 se presenta la composición relativa de los residuos según su composición y de acuerdo a la clasificación establecida en el estudio.

Cuadro 6. Composición física relativa de residuos sólidos generados en el estrato residencial del cantón de Santa Cruz

Tipo de residuo	Cantidad
Materia Orgánica	67,40%
Papel	3,11%
Cartón	1,65%
Textiles	0,18%
Tetrabrick	1,65%
PET(1)	1,65%
PE-HD(2)	2,01%
PE-LD(4)	3,30%
PP(5)	1,10%
PS(6)	1,10%
Otros plásticos	4,21%
Aluminio	0,73%
Latón	1,65%
Otros metales	0,00%
Vidrio	1,28%
Basura (no clasificado)	8,97%

Fuente: Datos de campo, agosto-setiembre 2006

Resulta evidente entonces que la mayor porción de los residuos sólidos generados en las viviendas del casco central de Santa Cruz la representa la materia orgánica, compuesta básicamente por residuos de comida o sobros de la cocina. Por su parte,

el papel y los plásticos resultaron ser los de mayor proporción dentro de los materiales distintos a materia orgánica.

Dentro de los residuos que no pertenecen a materia orgánica, se realizó un análisis de composición relativa, donde es posible observar de forma más clara la distribución de este tipo de residuos

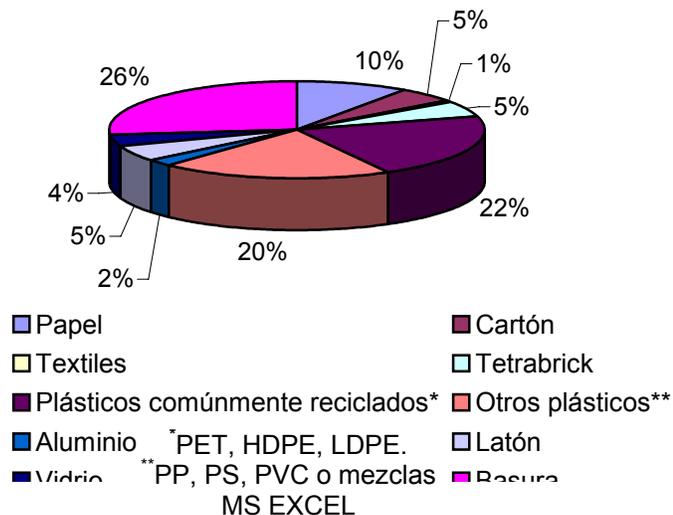


Figura 7. Composición relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles generados en el estrato residencial

La figura anterior indica que dentro de los residuos distintos a materia orgánica los plásticos representan una de las categorías con mayor valor relativo seguidos inmediatamente por el papel. Los textiles representaron el material cuya composición relativa presentó el valor más bajo. Indiscutiblemente, la basura propiamente dicha, figura como la categoría de mayor peso dentro de los residuos distintos a materia orgánica.

Estrato comercial

Aspectos cualitativos

El análisis del estrato comercial indicó que en el cantón santacruceño no existe una cultura de disposición de residuos que favorezca los intereses municipales. En muchos de los lugares analizados, los residuos dejados para la recolección no son dispuestos procurando el ahorro de espacio o reducción de volumen. Fue común observar en las calles principales cajas dispuestas de una forma que demandan una cantidad innecesaria de espacio. Esta observación sin embargo, no es válida para todos los establecimientos comerciales, puesto que en algunos se pudo observar la disposición de cajas de cartón u otros residuos de una forma más compacta y por lo tanto con un volumen reducido (figura 8).



Figura 8. Disposición común de residuos para recolección observada en el sector comercial: forma voluminosa y forma compacta respectivamente.

La figura anterior demuestra que es innegable la gran cantidad de espacio innecesario que ocupan los desechos cuando son dispuestos de una forma no compactada y sin sentido alguno del ahorro de espacio.

Es importante señalar también que en algunos de los supermercados del casco central, el cartón no es desechado como un residuo más. Dichos establecimientos comerciales recientemente están optando por mantener el cartón en un centro de acopio localizado dentro los mismos establecimientos, para luego ser enviado a centros de reciclado.

Dentro de los restaurantes evaluados, no se encontró indicios de que la materia orgánica generada por estos sea aprovechada de ninguna forma por ellos o por terceros, los desechos simplemente son dispuestos para la recolección rutinaria.

Aspectos Cuantitativos

La producción de desechos por unidad comercial es en promedio 45,4 veces superior a la PPC de la zona residencial; sin embargo queda claro que las cantidades de residuos producidas en cada comercio son muy variables según la categoría a la cual pertenezcan los establecimientos evaluados, situación que se ilustra en la siguiente figura.

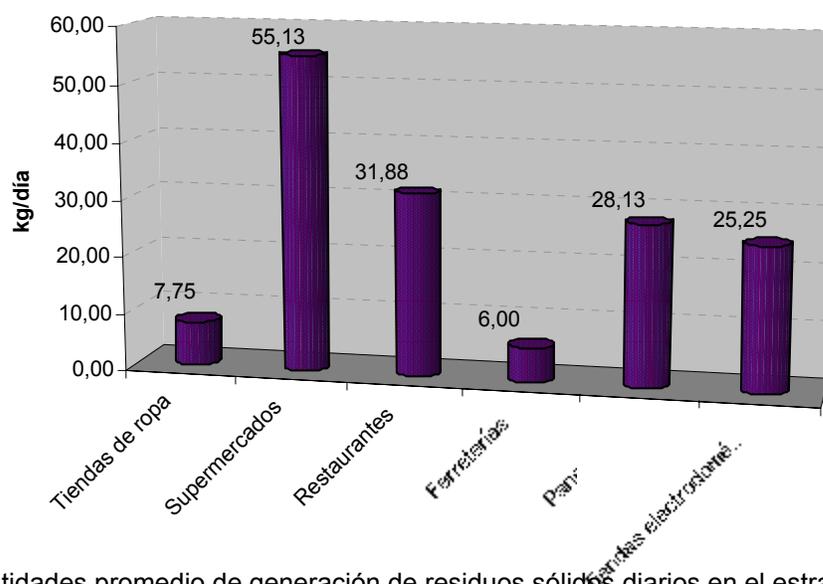
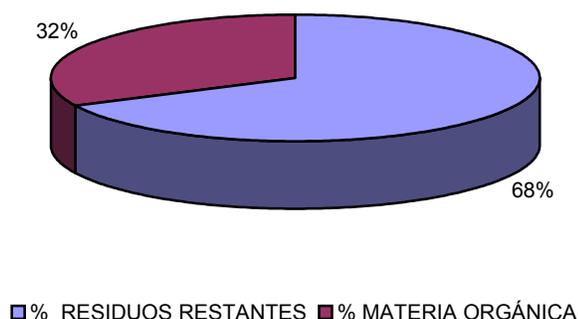


Figura 9. Cantidades promedio de generación de residuos sólidos diarios en el estrato comercial según categoría de comercio

Es indudable que los valores medios de generación de residuos en los establecimientos comerciales varían significativamente según la categoría de comercio a la cual pertenezcan; sin embargo los coeficientes de variación (C.V) dentro de cada categoría de comercio no superan el 15% a lo sumo (datos no mostrados). El gráfico anterior demuestra que los supermercados resultaron ser la categoría en la cual se genera la mayor cantidad de residuos sólidos diaria, mientras que las ferretería y las tiendas de ropa presentaron los valores más bajos.

Por otra parte, las cantidades relativas de residuos sólidos que determinadas para en el estrato comercial se ilustran en la siguiente figura:



MS EXCEL

Figura 10. Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato comercial

La figura 10 evidencia que en el estrato comercial la mayor proporción de residuos sólidos la representan los residuos inorgánicos u orgánicos no putrescibles, mientras que la materia orgánica surge como la menor porción dentro de la generación de residuos comerciales. Resulta interesante señalar el hecho de que este comportamiento es prácticamente el inverso al determinado en la zona residencial.

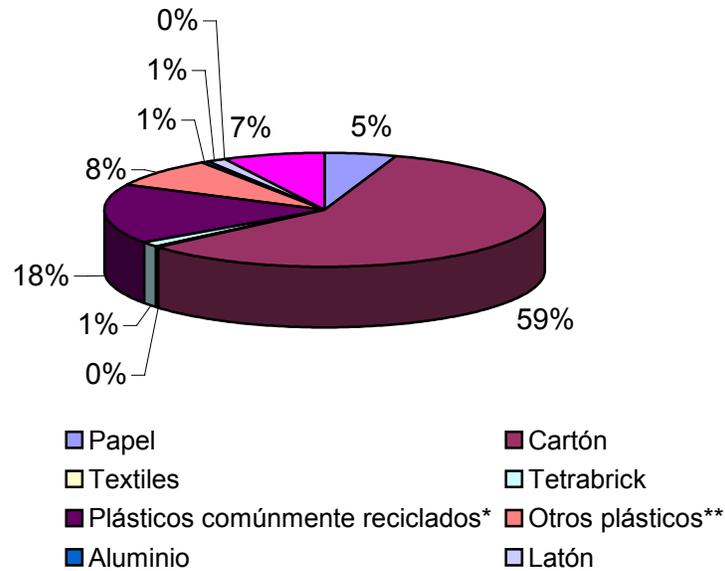
El Cuadro 7 permite obtener una perspectiva más clara de generación de desechos comerciales, ya que denota de forma específica la cantidad relativa de los residuos según su clasificación en el estudio

Cuadro 7. Composición física relativa de residuos generados en el estrato comercial del cantón de Santa Cruz

Tipo de residuo	Cantidad
Materia orgánica	32,21%
Papel	4,81%
Cartón	51,44%
Textiles	0,12%
Tetrabrick	1,32%
PET(1)	1,44%
PE-HD(2)	4,45%
PE-LD(4)	8,17%
PP(5)	0,96%
PS(6)	6,85%
Otros plásticos	6,61%
Aluminio	0,48%
Latón	1,44%
Otros metales	0,00%
Vidrio	0,00%
Varios (basura)	5,89%

Fuente: Datos de campo, setiembre-octubre 2006

El caso de la distribución relativa de los residuos diferentes a materia orgánica resulta importante analizarlo de forma separada, puesto que perfila de una forma más trascendental el comportamiento de generación de este tipo de residuos.



*PET, HDPE, LDPE.
 **PP, PS, PVC o mezclas
 MS EXCEL

Figura 11. Composición física relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles generados en el sector comercial

De la figura anterior se observa claramente que el cartón es por mucho el material con mayor peso dentro de la composición relativa de este tipo de residuos, donde los plásticos también figuran de forma considerable. Esta tendencia se observa en las zonas urbanas de otros cantones de nuestro país, en donde el plástico y el cartón representan los residuos de mayor proporción en cuanto a residuos distintos a materia orgánica se refiere (anexo 5). En contraste, los textiles y el vidrio representan los materiales con el menor peso relativo.

Sondeo estrato turístico

Aspectos cualitativos

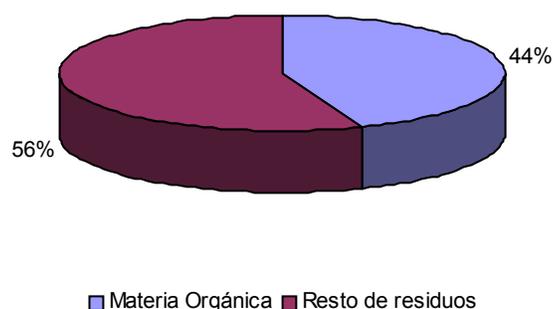
El estrato turístico constituye una zona de gran magnitud territorial en el cantón de Santa Cruz y se caracteriza por presentar una alta proporción de población flotante. Representa un estrato con un comportamiento altamente dinámico en cuanto a la generación de desechos sólidos.

La recolección de desechos en esta zona es realizada de forma privada, puesto que la municipalidad aún no tiene injerencia en lo que a recolección respecta. Los camiones que recolectan los residuos sólidos son camiones tradicionales, sin ningún sistema de compactación o alguna otra característica que se adapte a los requerimientos básicos de un camión recolector. El servicio de recolección lo realizan de forma diaria a primeras horas de la mañana; por su parte, los residuos aquí recolectados son trasladados y vertidos en el relleno sanitario “La Pampa” ubicado en el cantón de Carrillo.

Por otro lado, de igual forma que en los otros estratos evaluados, no existe cultura de separación por tipo de residuos; sin embargo es importante resaltar que parte materia orgánica generada, es recolectada por algunas personas que la emplean como alimento para cerdos. En uno de los hoteles analizados los residuos de jardinería son trasladados a un cúmulo ubicado en la parte trasera del hotel, funcionando como una especie de sitio de compostaje. Sin embargo no se tiene control alguno de las condiciones adecuadas para generar abono de forma efectiva, de hecho la materia vegetal ya humificada, no es aprovechada como abono y simplemente es dejada para que se reincorpore al suelo.

Aspectos cuantitativos

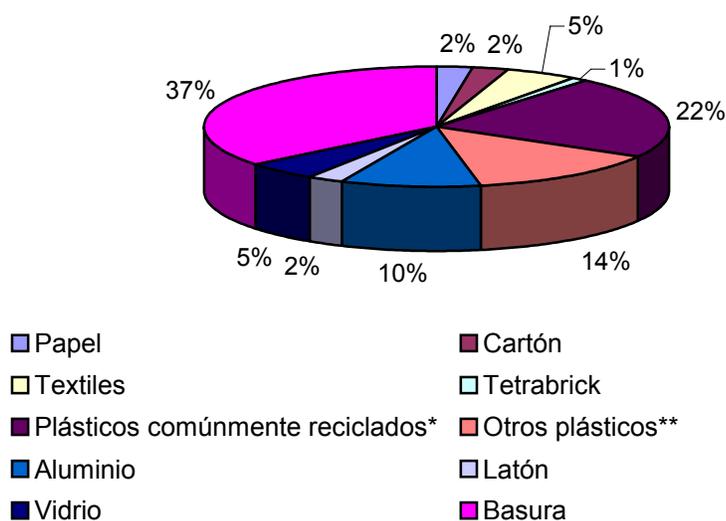
El sondeo realizado en el estrato turístico permitió concebir una idea del comportamiento presentado en este sector en cuanto a la composición física relativa de los residuos generados, visto desde una perspectiva más macro (figura 12), hasta un nivel más específico de composición física (figura 13).



MS EXCEL
Figura 12 .Cantidades relativas de residuos sólidos generados en el estrato turístico:
Playa Tamarindo

La figura 12 indica claramente que la generación de la materia orgánica comparada con el resto de residuos sólidos resulta ser bastante similar, siendo ligeramente superior la generación de residuos de índole distinta a la materia orgánica. El comportamiento observado difiere considerablemente del comportamiento visto en la zona residencial, y se asemeja más al comportamiento presentado por el comercial en el sentido de que la materia orgánica representa la menor proporción. Sin embargo, se podría ubicar más bien como un comportamiento intermedio entre la zona residencial y comercial.

Es importante desplegar las características cuantitativas determinadas en cuanto a la composición física relativa de los residuos distintos a materia orgánica (figura 13), de allí se puede evidenciar de forma más explícita el comportamiento de este tipo de residuos.



*PET, HDPE, LDPE.
 **PP, PS, PVC o mezclas
 MS EXCEL

Figura 13. Composición física relativa de los residuos inorgánicos y orgánicos no putrescibles del estrato turístico: Playa Tamarindo

Indudablemente, los plásticos aparecen como los materiales con mayor peso relativo dentro de los residuos sólidos aquí analizados. Es importante resaltar que el Polietileno Tereftalato (PET) resultó ser el tipo de plástico con mayor frecuencia de aparición dentro de los residuos (datos no mostrados). Interesa referirse al caso del

aluminio, material que en este estrato se observó en mayor cantidad comparado a los otros estratos. Por su parte, la cantidad relativa de basura propiamente dicha se incrementó considerablemente en este sector, esto en relación a la producida en el resto de estratos. La figura 14 permite elucidar ilustrativamente los datos presentados en la figura anterior.



Figura 14. Residuos generados diariamente en el estrato turístico: Playa Tamarindo

La figura 14 demuestra el comportamiento en cuanto generación de residuos sólidos por parte de los huéspedes de los hoteles, aunado a las labores de funcionamiento diario del hotel. Es pertinente señalar que este mismo patrón caracterizado por alta presencia de plásticos PET y envases de aluminio es común observarlo en los basureros públicos de la zona de Tamarindo.

Discusión

Del análisis de los resultados de la cuantificación general se evidencian diferencias claras en la PPC de residuos sólidos, en dependencia de la fase o etapa del flujo en la cual sean evaluados los desechos sólidos. De esta forma resulta evidente que la PPC de residuos sólidos en la fase de generación tiene un valor mayor a la PPC determinada en la etapa de recolección.

Esta situación podría ser efecto de que parte de los desechos generados (aproximadamente un 14 %) no son dispuestos por las fuentes generadoras para la recolección o no son efectivamente recolectados. En consecuencia, se esperaría que tengan otro destino distinto al relleno sanitario. Por lo tanto, esto implica que puedan ser tirados en cualquier otro sitio o que puedan ser quemados con las inherentes consecuencias ambientales; o en el mejor de los casos, que sean aprovechados para alimentación de animales domésticos.

Otro efecto que incide directamente en la diferencia entre los valores de la PPC es el método empleado para determinarla. La PPC en la fase de generación de residuos se determinó como un promedio ponderado de la generación de residuos residenciales y comerciales dividido por el número promedio de habitantes por hogar en el distrito central; mientras que la PPC en la fase de recolección fue determinada como el promedio de recolección diaria de residuos dividido entre la población total del distrito central. De allí es importante destacar que ambos métodos de estimación tienen sesgos incluidos: en la PPC de generación se estaría asumiendo que cada hogar y cada establecimiento comercial contribuyente presenta 3,9 personas; mientras que en la PPC de recolección se estaría asumiendo que la totalidad de basura que se recolecta la generan los 17 486 habitantes del distrito central, a pesar de que el servicio de recolección no abarque todo el distrito central.

La Municipalidad de Santa Cruz (2006) reporta una PPC de residuos sólidos de 0,93 kg/día, dato que resulta sumamente similar a la PPC estimada en la fase de

recolección. Dicha similitud ha de ser totalmente predecible tomando en cuenta el hecho de que el dato fue obtenido mediante el mismo método de estimación. Sin embargo; la PPC del cantón de Santa Cruz vista desde ambas perspectivas (generación o recolección) resulta ser un caso particular, ya que a pesar de ser considerado como un cantón pequeño (IFAM, 2002), el casco central presenta un valor de PPC comparable con cantones urbanos como San José o Cartago⁵, presentando un valor PPC superior al promedio nacional, el cual según el IFAM (2002) es de 0,856 kg/día.

En cuanto a la PPC determinada para cada estrato analizado, la gran diferencia observada en el estrato comercial es debida a razones elementales cuya discusión se obvia. Es importante comparar sin embargo la PPC del estrato residencial con el turístico, donde se observa que este último presenta un valor superior. Este fenómeno responde a las características propias de cada población: por un lado en el estrato turístico las personas tienden consumir una mayor cantidad de productos desechables y existe un nivel consumismo muy alto. Además las personas que se encuentran dentro de ese estrato pertenecen a otros países, en muchos de los cuales las costumbres y cultura implican una mayor producción de residuos por persona. Por otro lado el estrato residencial representa un sector cuyo comportamiento es aún de carácter rural, en el cual al PPC de residuos sólidos es bastante baja (Buenrostro & Israde, 2003).

Resulta importante discutir la situación concerniente al elevado valor de desviación estándar presentado por los datos que dieron origen a la PPC residencial y comercial. Básicamente la situación responde a dos factores de peso. En primera instancia, el equipo empleado para determinar la masa de los residuos sólidos presenta una incertidumbre muy elevada ($\pm 0,3$ kg), en relación a la cantidad de masa que se determinada, esto es especialmente válido para el estrato residencial donde las cantidades de desechos son pequeñas. En este mismo sentido Abarca

⁵ Soto, S. 2006. Situación Actual de la Gestión de los Residuos Sólidos en Costa Rica. ITCR. (documento digital facilitado por Lilliana Gaviria vía correo electrónico)

(2001) sostiene que el Índice de Generación varía según el nivel socioeconómico de la familia y los hábitos familiares relacionados con la segregación, reducción y reutilización de los desechos sólidos; encontrándose, al menos para Cartago, valores que fluctúan entre 0,13 kg/hab-día y 2,88 kg/hab-día, los cuales evidentemente generan un alto valor de desviación estándar. Por otro lado, en el estrato comercial las distintas unidades comerciales evidentemente presentan comportamientos de producción de residuos muy heterogéneos en dependencia de la actividad a la que se dediquen, es por esto que cuando se busca determinar una medida de tendencia central, los diferentes datos se alejan mucho de la media.

Estrato residencial

Producto de los resultados cualitativos determinados en el sector residencial resulta evidente la carencia de cultura ambiental en la población. De allí que es inminente la necesidad de implementar planes de educación ambiental. Dichos planes deben estar enfocados y dirigidos a la población escolar por dos razones primordiales: en primera instancia se ha visto que los programas de educación ambiental tienen más impacto y efectividad en las escuelas puesto que se denota un efecto expansivo de la educación ambiental, aunado a que en la edad escolar los individuos son más susceptibles al cambio de cultura ambiental⁶. Además tomando en cuenta que la escolaridad promedio del cantón es 7 años (INEC 2004), indudablemente implementando los programas de educación ambiental en las escuelas, se lograría alcanzar a la mayoría de población en miras de un plan de manejo de residuos sólidos sostenible a mediano y largo plazo.

Por otro lado, las prácticas de incineración (combustión) de residuos sólidos realizadas por los habitantes de la zona resultan ser sumamente perjudiciales para la

⁶ Padilla, C. 2006. Educadora ambiental .Wildlife Conservation Society & Fundación Verde. (Comunicación personal)

salud de la población y para el ambiente; ya que dichas prácticas favorecen la liberación de dioxinas y furanos en el aire. Romero (1997), afirma que en la incineración de residuos sólidos aparecen los elementos necesarios para que sea posible la formación de dioxinas y furanos. De allí que resulta importante hacer énfasis en el control de las incineraciones de residuos sólidos a la intemperie, además de concienciar a la población del terrible efecto que esta práctica conlleva.

Por otro lado, en cuanto a los aspectos cuantitativos y de composición física de los residuos sólidos residenciales, es claro que la mayor porción de estos lo representa la materia orgánica, situación que concuerda con lo expresado por Jaramillo (2002) y Abarca (2001) en cuanto a los estudios realizados en la región latinoamericana y el Cantón de Cartago respectivamente. Este escenario es predecible considerando también que gran parte de la población santacruceña pertenece al estrato económico medio-bajo (Municipalidad de Santa Cruz, 2004), el cual se caracteriza por generar un cerca 65% de materia orgánica según estudios de Flores y Villafuerte (2003). A pesar de que la fracción correspondiente a materia inorgánica-orgánica no putrescible es en términos relativos poca, se destaca la alta generación de residuos plásticos, los cuales representan un 40% de la masa de residuos debida a esta fracción de residuos. En este mismo sentido, la población analizada mostró una tendencia de homogenización en cuanto al tipo de residuos generados, es decir los hogares santacruceños del casco central presentan un comportamiento similar en términos de las características de los residuos que generan.

Estos resultados sugieren entonces que dentro de las políticas a implementar en el plan de manejo integrado de los desechos sólidos se debe hacer énfasis en el aprovechamiento de los residuos del tipo materia orgánica, ya sea mediante el composteo bacteriano, lombricomposteo o generación de metano(biogás) por bacterias metanogénicas. Resulta importante considerar el hecho de destinar un sitio especial para el implementar algunas de las técnicas de manejo de este tipo de residuos en un lugar cercano al sitio donde se pretende instalar el relleno sanitario

cantonal. Sin embargo, más importante e inminente aún, es introducir en la población la cultura de separación de la materia orgánica del resto de residuos.

Estrato comercial

El sector comercial santacruceño requiere cambiar la concepción que tiene del manejo de los desechos sólidos. Es particularmente perjudicial el hecho de que en muchos de los comercios no se preocupen por disponer los residuos de forma tal que se garantice la compactación máxima posible, en pro de aprovechar de forma efectiva el espacio en los camiones recolectores. Para agravar más las condiciones, los camiones recolectores no cuentan con un sistema de compactación de los residuos, de allí que el espacio es ocupado con prontitud especialmente con los desechos que tiene mucho volumen y poca masa. Esta situación se traduce en un gasto innecesario de tiempo y combustible, con la consecuente elevación de costos para el gobierno local, puesto que implica la realización de mayor cantidad de viajes al sitio de disposición de los desechos sólidos ubicado a 20 km del cantón.

Desde el punto de vista de composición física, el estrato comercial santacruceño tiene un comportamiento inverso al observado en el estrato residencial, produciendo una mayor cantidad de residuos inorgánicos u orgánicos no putrescibles (no válido para restaurantes), dentro de los cuales hay un alto porcentaje de material reciclable.

Los residuos generados en el estrato comercial son de carácter homogéneo desde el punto de vista de composición, situación que se ve reflejada en la alta preponderancia de cartón y plásticos dentro de la masa total de residuos. Esta condición da paso a considerar dentro del plan de manejo integrado de residuos sólidos, la necesidad e importancia de establecer un centro de acopio focalizado en estos materiales, puesto que si se analiza el gráfico, acopiando esos materiales se reduciría un 65 % la cantidad de residuos distintos a materia orgánica, lo cual representa un 52% del total de residuos generados en el estrato comercial, de allí que sea necesario establecer contactos con centros de acopio o sitios de reciclaje

existentes a en la zona (anexo 4). En este mismo sentido, establecer contacto con el Centro de reciclaje de la Florida Ice & Farm ubicado en Nicoya resulta ser una alternativa a considerar en lo que a reciclaje de plásticos y aluminio se refiere. Dicha situación reduciría costos debidos a recolección de una forma considerablemente beneficiosa.

Al igual que en el estrato residencial es necesario lograr una cultura ambiental favorable en este sector productivo; no obstante más que educación ambiental, en este estrato resultaría más eficaz condicionar la recolección al cumplimiento políticas que obliguen a los comercios a favorecer los intereses municipales en cuanto al desarrollo e implementación del plan de manejo integrado de desechos sólidos.

Importante destacar la diferencia de la cantidad de residuos generados en dependencia de la actividad comercial. Esta observación da paso a considerar la evaluación del sistema de cobros de los comercios contribuyentes, tomando en cuenta que según lo estipulado por el Artículo 74 del Código Municipal: *Por los servicios que preste, la municipalidad cobrará tasas y precios, que se fijarán tomando en consideración el costo efectivo más un diez por ciento (10%) de utilidad para desarrollarlos, tal suma se cobrará proporcionalmente entre los contribuyentes del distrito, según la medida lineal de frente de propiedad. La municipalidad queda autorizada para emanar el reglamento correspondiente, que norme en qué forma se procederá para organizar y cobrar de cada tasa* (Gobierno de Costa Rica, 1999). Basados en esta norma y con miras a fortalecer la implementación del plan de manejo integrado de residuos sólidos en Santa Cruz, es necesaria la realización de un estudio que permita ajustar mejor el sistema de cobros por motivos de recolección a cada contribuyente, especialmente en el estrato comercial. Dicho estudio debe evaluar la cantidad volumétrica y másica de generación de residuos, de tal forma que se puedan obtener datos que permitan acoplar el monto del cobro al efecto que los establecimientos tienen en los gastos de operación de la recolección de los residuos sólidos.

A pesar de que los supermercados figuran como la actividad comercial que mayor cantidad (en masa) de residuos sólidos generan diariamente, es importante subrayar el caso particular de las tiendas de electrodomésticos, donde a pesar de que la cantidad en masa de residuos no es tan significativa, si lo es en volumen, puesto que generan una gran cantidad de poliestireno (estereofón), material que si bien es cierto tiene una densidad muy baja, resulta muy voluminoso, lo cual afecta de forma perjudicial la capacidad de espacio de los camiones recolectores. De allí que sea necesario involucrar en el posible estudio ajustar el sistema de cobros, el factor volumen dentro de los parámetros a evaluar, especialmente en el estrato comercial del casco central.

Estrato turístico

El sector turístico constituye una zona donde la población presenta características heterogéneas y fluctuantes desde el punto de vista de generación de residuos, puesto que dicha población representa una amalgama cultural muy variable. Vista esta situación desde la perspectiva general o sea como todo un sector, la cantidad total de generación de residuos indudablemente es dependiente a la época del año; sin embargo la PPC no debería ser muy disímil puesto que cuando se es turista el patrón de comportamiento es independiente de la época del año, un turista es el mismo en diciembre o en julio.

Resulta interesante señalar que en sector turístico la cultura ambiental es por mucho muy superior a la observada en el casco central de la ciudad; hecho que definitivamente responde a una fuerte influencia de otras culturas donde la conciencia ambiental está más arraigada a la ideología de la población y por otro lado, a la fuerte influencia de grupos conservacionistas muy comunes en la zona costera de Santa Cruz, situación que se ve reflejada en la limpieza de la playa, los alrededores de la carretera y en el pueblo de Tamarindo en general. Este hecho permite suponer que coordinar aspectos de manejo integrado de residuos sólidos en muchas de las zonas turísticas del cantón de Santa Cruz podría ser más fácilmente

alcanzable, en vista de que la población que habita esta zona tiene una cultura ambiental favorable para lograr establecer e implementar el plan.

La población estudiada presentó una PPC de residuos sólidos mayor a la determinada en el estrato residencial. Este hecho refleja que el comportamiento de los turistas involucra un patrón de mayor consumismo y por lo tanto mayor generación de residuos, quedando implícito además que la población de este estrato pertenece a un nivel económico superior lo cual según los organismos BID, OPS/OMS (1997) se traduce en una PPC de residuos mayor. Sin embargo cabe resaltar el hecho de que el sondeo fue realizado en hoteles, de allí que ese valor de PPC se encuentre influenciado por la generación de residuos también propias del hotel, pero que a la larga son consecuencia de la población tipo turista.

Por otra parte es claro que la composición relativa de los residuos es más equilibrada en cuanto a la relación proporcional materia orgánica/materia inorgánica y orgánica no putrescible. Situación que de igual forma responde al hecho de que el turista presenta patrones de consumo donde se incrementa la adquisición de materiales desechables por las ventajas que estos presentan desde el punto de vista de vida útil y facilidad de traslado y manipulación. En este mismo sentido es claro del análisis de composición relativa de los residuos que la proporción debida a aluminio y plástico es bastante alta (juntos representa el 50% de los residuos distintos a materia orgánica) en relación con los otros estratos evaluados.

Este hecho es totalmente previsible considerando que estos son los materiales que comúnmente constituyen los envases o empaques de bebidas y alimentos comerciales de consumo masivo. De allí que en el sector turístico, la producción de plástico tipo PET y el aluminio de las latas de bebida representen una porción sumamente elevada de los residuos totales, punto que se debe considerar indudablemente en el diseño de los programas de reciclaje. De igual forma la fracción debida a basura es superior los otros estratos, consecuencia también del patrón de alto consumo característico del turista.

A pesar de que el sondeo realizado en el estrato turístico contempla únicamente el comportamiento de un turista hospedado en el hotel y no la fracción turista flotante, los datos permitieron generar una idea básica del comportamiento presentado en esta zona. Hay que recalcar que dentro del estrato turístico se debe incluir una influencia del sector comercio en la PPC de este estrato, la cual no pudo ser evaluada de forma efectiva. Se requiere de un estudio más profundo en el estrato turístico, el cual incluya la influencia que el comercio tiene en este sector, con el cual probablemente se determine una PPC superior a la arrojada en este sondeo. De igual forma se requiere coordinar con las empresas privadas que brindan el sistema de recolección en la zona para poder analizar y darle seguimiento a la PPC de residuos evaluada desde la etapa de recolección.

Conclusiones

A pesar de que en el cantón de Santa Cruz predomina el modo de vida rural, el casco central de la ciudad presenta una alta tasa generación de residuos sólidos *per cápita*, la cual en términos relativos es comparable con los cantones urbanos de Costa Rica.

Existen diferentes valores de PPC dependiendo de la etapa de flujo de residuos sólidos en la cual se evalúe, lo cual indica que parte de los residuos sólidos generados tienen un destino incierto y probablemente perjudicial desde el punto de vista ambiental.

La cultura y conciencia ambiental de la población del cantón es mala lamentablemente, de igual forma que el resto de la población costarricense.

La producción *per cápita* de residuos sólidos en el estrato residencial es bastante baja y muy rica en residuos del tipo materia orgánica, característica propia de las zonas rurales.

El estrato comercial santacruceño produce en promedio 50 veces más cantidad de residuos sólidos que el estrato residencial, de allí que definitivamente la PPC de residuos sólidos de un cantón determinado es proporcional a la magnitud del estrato comercial que este tenga.

La generación de residuos sólidos en el estrato comercial santacruceño presenta un comportamiento inverso al estrato residencial, considerando las proporciones materia orgánica/ materia inorgánica y orgánica no putrescible.

Los supermercados representan la actividad comercial que mayor cantidad (en masa) de residuos sólidos diarios generan en el cantón, sin embargo en algunos comercios, la cantidad volumétrica de residuos sólidos es bastante importante y justamente este factor también debe ser evaluado en estudios posteriores.

El cartón y los plásticos resultan ser los materiales que son producidos en mayor cantidad dentro del estrato comercial, de allí que los centros de acopio y las estrategias de reciclaje deben ser dirigidas hacia el aprovechamiento de estos materiales.

El sector turístico muestra indicios de tener una cultura y conciencia ambiental superior a la observada en el casco central del cantón. Situación que torna favorable la implementación de programas de manejo integral de residuos sólidos en esta zona.

La PPC del sector turístico es superior a la determinada en el estrato residencial, situación que refleja el mayor poder adquisitivo de la población turística además de las diferencias en los patrones de consumo.

A pesar de que en el estrato turístico la materia orgánica resulta ser el tipo de residuo que más se genera, esta es resulta ser bastante menor a la determinada en el sector residencial, lo cual de igual forma es producto de las diferencias culturales de los patrones de consumo entre ambos sectores.

Considerando los residuos diferentes a materia orgánica, el estrato comercial genera una alta cantidad de aluminio y plásticos tipo PET, materiales característicos de los envases de alimentos y bebidas comerciales.

Recomendaciones

El plan de manejo integral de residuos sólidos debe considerar fuertes campañas y políticas de educación ambiental focalizadas en las escuelas para que cubran una gran cantidad de población del cantón y para que sea funcional a largo plazo.

Dentro de la construcción del relleno sanitario resulta importante destinar un sitio para el aprovechamiento de la materia orgánica recolectada, principalmente la generada en los hogares, restaurantes y feria del agricultor.

La realización de estudios de caracterización y cuantificación de residuos sólidos son una herramienta imprescindible para dirigir esfuerzos eficientemente en políticas adecuadas al cantón, de tal forma que deben seguirse realizando con una periodicidad pertinente a fin de realizar análisis comparativos a lo largo de los años; sirviendo además como una herramienta de monitoreo para evaluar la eficacia de los esfuerzos y directrices asignados para hacerle frente al manejo de residuos sólidos.

Para estudios posteriores se debe contar con instrumentos de cuantificación de una menor incertidumbre al empleado en este estudio, a fin de disminuir la magnitud de la desviación estándar presentada por los datos.

La etapa de información y divulgación previa al inicio del un estudio de este tipo resulta ser imprescindible para el éxito del mismo. Se debe crear un vínculo personal estrecho con la población seleccionada para el estudio.

A fin de obtener un panorama más amplio de la situación de los residuos sólidos en el Cantón de Santa Cruz, es necesario efectuar un estudio posterior de residuos peligrosos domésticos evaluados según cantidad y calidad.

Bibliografía

- Abarca, L. 2001. Desechos en el botadero de Cartago : calidad y cantidad. Revista Tecnología en Marcha. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 14(3): 27-33
- Acurio, G. 1997. Diagnóstico de la situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe, IADB-PAHO.
- Alvarado, R. 2003. Desechos Sólidos. Dirección de Gestión Municipal: Sección de investigación y desarrollo, IFAM. Serie Servicios Municipales N° 2.
- Bernache, G; Sánchez, S; Garmendia, A; Dávila, A; Sánchez, M. Solid Waste Characterization in the Guadalajara metropolitan zone, México. Waste Managment Res. Mexico. 19: 413-424.
- Buenrostro, O; Israde, I. 2003. La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 19(4) : 161-169
- Deffis, A. 1990. La Basura es la Solución. Primera edición. Editorial Concepto, S.A. México, D.F.

Díaz, L; Savage,G; Eggerth, L; Golueke, C. 1993. Composting and recycling municipal solid waste. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida, USA. 296 p

Environmental Protection Agency (U.S EPA). 1997. Characterization of municipal solid waste in the united states: 1997 update. EPA/530-R-94-042. 139 p. Disponible en < <http://www.epa.gov/garbage/pubs/msw97.pdf> > (22 de junio 2006)

Flores, D; Villafuerte, I. 2003. Guía Práctica N°1. Para la realización de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en ciudades. Miniserie: Guías para la gestión de residuos sólidos en ALC - Quito: Programa de Gestión Urbana / UN-HABITAT. 56 p. Disponible en < <http://www.ipes.org>> (20 de junio 2006)

Gobierno de Costa Rica. 1999. Ley General de Residuos: Reformas al Código Municipal. p. 23. Versión digital disponible en < <http://www.racsa.co.cr/asmbl/ea/diputada/maureen/Proyecto%20Ley%20gral%20residuos.pdf> >

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM). 2002. Informe analítico: Evaluación Nacional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Costa Rica EVAL 2002. 50 p. < <http://www.ifam.go.cr/PaginalFAM/docs/infoanalitico02.pdf> > (1 noviembre 2006)

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2000. Censo Nacional año 2000 : viviendas individuales y colectivas ocupadas por: zona, total de ocupantes y promedio de ocupantes por vivienda. Disponible en <<http://www.inec.go.cr/05Censos/02CensoDeVivienda/cuadrosDelCenso/cuadros/C01.%20Viviendas%20individuales%20y%20colectivas%20por%20zona,%20total%20de%20ocupantes%20por%20vivienda>>

al%20de%20ocupantes%20y%20promedio,%20según%20provincia,%20cantón%20y%20distrito%20y%20tipo%20de%20vivienda/CV01.xls> (setiembre 2006).

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2004. Escolaridad promedio de la población de 15 años o más por cantón. Área de censos y encuestas, unidad cartográfica. Disponible en <<http://www.inec.go.cr/mapas/20%escolaridad%20cantones20%.jpg>>

Jaramillo, J. 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 303 p. < <http://www.cepis.ops-oms.org>> (1 noviembre 2006)

Municipalidad de Santa Cruz. 2004. Plan de Desarrollo Cantonal 2005-2009: Estrategias y acciones para el desarrollo sostenible del cantón de Santa Cruz. 286 p.

Municipalidad de Santa Cruz . 2006. Programa de manejo Integral de Residuos Sólidos: Solicitud de Financiamiento IFAM. 29 p

Organización Panamericana de la Salud-Banco Interamericano de Desarrollo.1997 Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe”. Washington D. C.

Organización Panamericana de la Salud. 1999. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. División de Salud y Medio Ambiente. Washington D. C. < [http://www.ops-oms.org/res%sol%alyc .pdf](http://www.ops-oms.org/res%sol%alyc.pdf) .>

Romero, A. 2000. Incineración de residuos sólidos urbanos. Departamento de Ingeniería Química. Facultad de CC. Químicas. Universidad Complutense de Madrid. Serie Técnica. p 315-319. <<http://redalyc.ucm.es/redalyc/pdf/370/37019401.pdf>>(1 noviembre 2006)

Stokoe, J; Teague, E. 1995. Integrated solid waste management for rural areas: a planning tool kit for solid waste managers. Land-of-Sky Regional Council: USDA Rural Utilities Service. 118 p.

Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, S. 1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Traducido por Juan Ignacio Tejero Monzón, José Luis Gil Díaz y Marcel Szanto Narea. Primera Edición. Volumen 1. McGraw Hill, D.F. México. 607 p.

Wehenpohl, G; Hernández, C. 2006. Guía para la elaboración de Programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

Wilson, D.; Whiterman, A.; Tormin, A. 2001. Strategic Planning Guide for Municipal Solid Waste Management. The World Bank, ERM. 256 p.

Anexos

Anexo 1. Documento informativo entregado a los sacerdotes del cantón



Aviso a la población del distrito central de Santa Cruz:

La municipalidad de Santa Cruz en conjunto con un estudiante del Instituto Tecnológico de Costa Rica estarán haciendo un estudio sobre la cantidad y tipos de residuos sólidos (comúnmente llamados **basura**) que se producen en el cantón.

Por esta razón se le informa a la población que durante los meses de julio y agosto, estará pasando personal debidamente identificado en algunas casas de habitación. Este personal le explicará aspectos relevantes del estudio y le dará las indicaciones respectivas para que usted sea partícipe del mismo.

El estudio tiene como propósito mejorar el sistema de limpieza pública y sentar las bases para desarrollar un programa de gestión integral de los residuos sólidos municipales.

¡¡¡¡¡Esperamos su participación de la forma más conciente posible!!!!



Jefe departamento protección y saneamiento ambiental
Municipalidad de Santa Cruz

Anexo 2. Documento informativo entregado a los hogares seleccionados

Estimado vecino:

Los residuos sólidos comúnmente llamados **basura** están generando problemas que afectan la salud pública y la belleza del entona donde vivimos.

Por tal motivo, la Municipalidad de Santa Cruz en conjunto con un estudiante del Instituto Tecnológico de Costa Rica está realizando un estudio sobre la cantidad y tipos de residuos que producimos, con el único propósito de mejorar el servicio de limpieza público.



Para la realización de este estudio colabore haciendo lo siguiente:

Durante 2 días de la semana presente se le entregarán dos bolsas vacías por cada uno de los dos días .

En una de estas bolsas deposite los restos de comida, cáscaras, semillas etc. (materia orgánica) y en la otra, el resto de basura que se genere en su hogar durante todo el día. Cada una de las bolsas estará debidamente identificada con anterioridad.

Las bolsas serán recolectadas el día siguiente del que usted depositó sus residuos en cada una de estas. Por favor entréguelas cerradas y mantenga la identificación que lleva cada una de las bolsas.

El personal que recolecta las bolsas pasará una vez más por su hogar entregándole 2 bolsas más y finalmente se recolectará nuevamente este último par de bolsas con los residuos de su hogar.

Se le ruega depositar residuos que comúnmente botan a la basura, la idea es determinar lo que usted genera de basura durante un día normal.

¡!!CONTAMOS CON SU COLABORACIÓN... MUCHAS GRACIAS!!

Jefe departamento protección y saneamiento ambiental
Municipalidad de Santa Cruz

Anexo 3. Clasificación de residuos sólidos recolectados utilizada en el estudio.

Material	Descripción
Materia orgánica	Restos de comida, frutas, verduras, servilletas, material de rápida descomposición
Papel	Periódicos, libros ,revistas, papeles de oficina, embalajes de papel, pañuelos y toallas de papel
Cartón	Cajas de cartón, cartón ondulado y todo tipo de cartón
Textiles	Trapos, vestimentas, manteles, cortinas, y otros relacionados
Tetrabrick	Cajas de leche, de jugos, de refrescos lácteos.
PET(1)	Polietileno Tereftalato
PE-HD(2)	Polietileno de alta densidad
PE-LD(4)	Polietileno de baja densidad
PP(5)	Polipropileno
PS(6)	Poliestireno
Aluminio	Latas de gaseosas, de cerveza, jugos de frutas y otros relacionados
Latón	Latas de atún, vegetales enlatados, la mayoría de comestibles enlatados
Vidrio	Botellas de vidrio, vasos quebrados, celosías, espejos y otros tipos de vidrio
Otros (basura)	Todo artículo que no pertenece a ninguna de las clasificaciones anteriores y no tiene potencial de provecho

Adaptado de Tchobanoglous *et al* (1998)

Anexo 4. Listas de centros de acopio para residuos reciclables o reutilizables de importancia para el cantón de Santa Cruz *

Costa Rica – Gran Area Metropolitana (GAM)

CENTROS DE ACOPIO DE DESECHOS SOLIDOS RECICLABLES Y REUTILIZABLES

CARTON

Empresa	persona c ontacto	Teléfono	Dirección exacta	Precio de compra	Cantidad Minima	Condiciones de presentación y entrega
Centro de Reciclaje Planeta Limpio	Jaime Córdoba	289-9601	900 sur y 100 oeste de la iglesia Católica de Escazú	¢ 5 (Kilo)	No Hay	.Limpio y seco, mejor si está amarrado, se recoge después de 300 Kilos
COFERENE	María Teresa Arguedas	445-4658 / 447-2181	50 al este del Aserradero Tres M, San Juan (San Ramón)	¢ 3 (Kilo)	No Hay	Sin Contaminar
Recicladora Royma	Roberto Jiménez	245-1951 / 292-5823	Platanares de Moravia, 300 oeste de la Iglesia Católica	¢ 5 (Kilo)	200 kilos	Sin contaminar y sin mezclar, limpios y secos. Precios en bodega, se pueden recolectar, pero los precios son negociables según la cantidad y calidad
Reciclando con Don Paco	Paco Cambrero	441-2883	450 oeste de la corte Suprema de Justicia , sobre calle ancha (Alajuela)	¢ 2 - ¢ 8 (Kilo)	No Hay	El precio depende del amarre cantidad y limpieza, (sin cintas ni contaminantes)
Recolectora Yire	José Angel Espinoza	440-0392 / 379-8066	200m oeste del Hotel Aeropuerto. Autopista Bernardo Soto	¢ 10 (Kilo)	500 kilos	Los precios son en la bodega en Alajuela, pero se pueden recoger desechos en cualquier parte del país, el precio dependerá de las distancias y de la cantidad
Recoprimax S.A	Erick Jiménez	222-8617 / 254-1360	650 suroeste de la fábrica Numar (Barrio Cuba)	¢ 10 (Kilo)	No Hay	Precios en bodega, pero según cantidad se puede recoger en San José, previa negociación de precio

* Comunicación Directa vía correo electrónico, personal profesional de CEPRONA. 2006.

**CENTROS DE ACOPIO DE DESECHOS
SOLIDOS RECICLABLES Y REUTILIZABLES**

ALUMINIO

Empresa	persona c ontacto	Teléfono	Dirección exacta	Precio de compra	Cantidad Mínima	Condiciones de presentación y entrega
Bodega de Envases El Tiribí	Pastor Valverde	227-2942	100 sur y 75 sur oeste de Radio Raloj, (San Francisco de Dos Ríos)	€ 2 Cada Lata	No Hay	Los desechos deben de venir sin mezclar
Bodega Florentino Umaña	Florentino Umaña	235-2172	100m sur de la antigua entrada del Colegio Saint Clare (Moravia)	€ 160 (kilo)	No Hay	Precios en la Bodega
Centro de Reciclaje Planeta Limpio	Jaime Córdoba	289-9601	900 sur y 100 oeste de la Iglesia Católica de Escazú	€ 180 (Kilo) Aluminio Piezas € 150 (Kilo)	No Hay	Limpio y seco, mejor si está amarrado, se recoge después de 300 Kilos
COFERENE	María Teresa Arguedas	445-4658 / 447- 2181	50 al este del Aseadero Tres M, San Juan (San Ramón)	€ 110 (Kilo)	No Hay	Sin Contaminar
METALTICO (Cristo Rey)	Alfonso Redondo	221-9438 / 223- 3947/ 392-2166	200m sur del antiguo canal 7, Cristo Rey	€ 200 (Kilo)	No Hay	Según las cantidad y ubicación, se puede pasar a recolectar el desecho
METALTICO (La Uruca)	Alfonso Redondo	256-0715 / 392- 2166	Contiguo al Rancho de Lencho La Uruca	€ 200 (Kilo)	No Hay	Según las cantidad y ubicación, se puede pasar a recolectar el desecho
METALTICO (Tibás)	Alfonso Redondo	221-5656 / 302- 2166	Frente a la Plaza de Deportes de Copey, Tibás	€ 200 (Kilo)	No Hay	Según las cantidad y ubicación, se puede pasar a recolectar el desecho
Recicladora La Chinita	Gilberto Cordero	276-7990 / 388- 0409	Contiguo al plantel del MOPT (Rio Azul)	€ 170 (Kilo)	No Hay	Los desechos deben de venir sin mezclar, sin contaminantes, limpios y secos. Precios en Bodega
Recicladora Royma	Roberto Jiménez	245-1951 / 292- 5823	Plataneros de Moravia, 300 oeste de la Iglesia Católica	€100 (Kilo)	No Hay	Sin contaminar y sin mezclar, limpios y secos. Precios en bodega, se pueden recolectar, pero los precios son negociables según la cantidad y calidad
Reciclando con Don Paco	Paco Cambronero	441-2883	450 oeste de la corte Suprema de Justicia , sobre calle ancha (Alajuela)	Latas € 190 (Kilo), Piezas € 100 (Kilo)	No Hay	Secos y sin revolver con Hojalata
Reciclapower	Juan Madrigal A	254-0515 /252- 6492 / 363-1911	Costado oeste de la bomba Shell (Alajualita)	€ 150 (Kilo)	No Hay	Material limpio, debe de ser llevado a la bodega
Recoprimax S.A	Erick Jiménez	222-8617 / 254- 1360	650 suroeste de la fábrica Numar (Barrio Cuba)	€150 (Kilo)	No Hay	Precios en bodega, pero según cantidad se puede recoger en San José, previa negociación de precio
Recuperadora Nacional de Chatarra	Ricardo Navarro	250-5733 / 386- 7305	Contiguo al Motel Amar, (San Francisco de Dos Ríos)	€ 170 (Kilo)	No Hay	Los desechos deben de venir limpios, sin contaminantes (grasas, piedras) y sin mezclar con otros materiales (Se compran piezas, herramientas, tuberías, máquinas, perlin, compresores, motoras)
Rivera Arrieta del Atlántico S.A	Javier Rivera	768-7197 / 388- 6519	Cairo de Siquirres (Limón)	No pagan, recogen los materiales en toda la provincia de Limón	No Hay	-

PAPEL PERIODICO

Empresa	persona c ontácto	Teléfono	Dirección exacta	Precio de compra	Cantidad Mínima	Condiciones de presentación y entrega
Bodega de Envases El Tinibí	Pastor Valverde	227-2942	100 sur y 75 sur oeste de Radio Reloj, (San Francisco de Dos Ríos)	€ 7 (Kilo)	No Hay	Los desechos deben de venir sin mezclar con otros metales
Bodega Florentino Umaña	Florentino Umaña	235-2172	100m sur de la antigua entrada del Colegio Sant Clare (Moravia)	€ 14 (Kilo)	No Hay	Solamente compran papel revuelto a un solo precio. Precios en la Bodega
Centro de Reciclaje Planeta Limpio	Jaime Córdoba	289-9601	900 sur y 100 oeste de la iglesia Católica de Escazú	€ 5 (Kilo)	No Hay	Limpio y seco, mejor si está amarrado, se recoge después de 300 kilos
COFERENE	María Teresa Arguedas	445-4658 / 447- 2181	50 al este del Aserradero Trás M, San Juan (San Ramón)	€ 15 (Kilo)	No Hay	Sin Contaminar
METALTICO (Cristo Rey)	Alfonso Redondo	221-9438 / 223- 3947/ 392-2166	200m sur del antiguo canal 7, Cristo Rey	€ 5 (Kilo)	No Hay	Material se debe llevar a la bodega
METALTICO (La Uruca)	Alfonso Redondo	256-0715 / 392- 2166	Contiguo al Rancho de Lencho La Uruca	€ 5 (Kilo)	No Hay	Puesto en la bodega, limpios y secos
METALTICO (Tibás)	Alfonso Redondo	221-5656 / 392- 2166	Frente a la Plaza de Deportes de Copey, Tibás	€ 5 (Kilo)	No Hay	Puesto en la bodega, limpios y secos
Recicladora Capri	Norma Campos	225-6227 / 234- 0816 / 391- 2972 / 387-3673	100m esta y 150m norte, de la Iglesia Católica. (San Pedro de Montes de Oca)	Negociable	No Hay	Depende de la cantidad y calidad el precio es negociable. Como política esta empresa no da precios.
Recicladora La Chinita	Gilberto Cordero	276-7990 / 388- 0409	Contiguo al plantel del MÓPT (Río Azul)	€10 (Kilo)	No Hay	Los desechos deben de venir sin mezclar, sin contaminantes, limpios y secos. Precios en Bodega
Recicladora Royma	Roberto Jiménez	245-1951 / 292- 5823	Plataneras de Moravia, 300 oeste de la Iglesia Católica	€ 5 (Kilo)	200 kilos	Sin contaminar y sin mezclar, limpios y secos. Precios en bodega, se pueden recolectar, pero los precios son negociables según la cantidad y calidad
Reciclando con Don Paco	Paco Cambrero	441-2883	450 oeste de la corte Suprema de Justicia , sobre calle ancha (Alajuela)	€ 8 - € 10 (Kilo)	No Hay	El precio depende de la calidad, limpieza y amarrado. Se puede recolectar, dependiendo de la cantidad y distancia
Reciclapower	Juan Madrigal A	254-0515 /252- 6402 / 363-1911	Costado oeste de la bomba Shell (Alajuelita)	€ 6 (Kilo)	No Hay	Material limpio, debe de ser llevado a la bodega
Recolectora Yira	José Angel Espinoza	440-0392 / 370- 8066	200m oeste del Hotel Aeropuerto. Autopista Bernardo Soto	€ 8 (Kilo)	500 kilos	Los precios son en la bodega en Alajuela, pero se pueden recoger desechos en cualquier parte del país, el precio dependerá de las distancias y de la cantidad
Recoprímax S.A	Erick Jiménez	222-8617 / 254- 1360	650 suroeste de la fábrica Numar (Barrio Cuba)	€ 10 (Kilo)	No Hay	Precios en bodega, pero según cantidad se puede recoger en San José, previa negociación de precio
Wilman Alvarado	Wilman Alvarado	453-2328 / 366- 4237	500m oeste de la Iglesia Católica de Santiago de Palmares (Palmares)	Negociable	1 tonelada	Los ddesechos se recolectan en cualquier parte del país y el precio es negociable.

GALONES DE PLASTICO

Empresa	persona c ontacto	Teléfono	Dirección exacta	Precio de compra	Cantidad Mínima	Condiciones de presentación y entrega
Bodega de Envases El Tiribí	Pastor Valverde	227-2942	100 sur y 75 sur oeste de Radio Reloj, (San Francisco de Dos Ríos)	€ 10 (Unidad)	No Hay	Galones limpios y en buenas condiciones Los desechos deben de venir sin mezclar
Bodega Florentino Umaña	Florentino Umaña	235-2172	100m sur de la antigua entrada del Colegio Saint Clare (Moravia)	€ 10 (Unidad)	No Hay	Precios en la Bodega
COFERENE	María Teresa Arguedas	445-4658 / 447- 2181	50 al este del Aserradero Tres M, San Juan (San Ramón)	€ 10 (Unidad)	No Hay	Sin Contaminar
Recicladora Royma	Roberto Jiménez	245-1951 / 292- 5823	Platanares de Moravia, 300 oeste de la Iglesia Católica	€ 10 (Unidad)	No Hay	Sin contaminar y sin mezclar, limpios y secos. Precios en bodega, se pueden recolectar, pero los precios son negociables según la cantidad y calidad
Reciclando con Don Paco	Paco Cambrero	441-2883	450 oeste de la corte Suprema de Justicia , sobre calle ancha (Alajuela)	€ 10 (Unidad)	No Hay	En buen estado, con tapa, sin aceite automotriz ni vegetal
Rivera Arrieta del Atlántico S.A	Javier Rivera	768-7197 / 388- 6519	Cairo de Siquirres (Limón)	No pagan, recogen los materiales en toda la provincia de Limón	No Hay	.

ENVASES PLASTICOS DESECHABLES

Empresa	persona c ontacto	Teléfono	Dirección exacta	Precio de compra	Cantidad Mínima	Condiciones de presentación y entrega
Bodega de Envases El Tiribí	Pastor Valverde	227-2942	100 sur y 75 sur oeste de Radio Reloj, (San Francisco de Dos Ríos)	€ 1.50 (Unidad)	No Hay	Solamente se compra de coca- cola Los desechos deben de venir sin mezclar con otros metales
Bodega Florentino Umaña	Florentino Umaña	235-2172	100m sur de la antigua entrada del Colegio Saint Clare (Moravia)	€ 50 (Kilo)	No Hay	Precios en la Bodega
Centro de Reciclaje Planeta Limpio	Jaime Córdoba	289-9601	900 sur y 100 oeste de la iglesia Católica de Escazú	€ 50 (Kilo)	No Hay	Limpio y seco, mejor si está amarrado, se recoge después de 300 Kilos
COFERENE	María Teresa Arguedas	445-4658 / 447- 2181	50 al este del Aserradero Tres M, San Juan (San Ramón)	€ 60 (Kilo)	No Hay	Sin Contaminar
METALTICO (Cristo Rey)	Alfonso Redondo	221-9438 / 223- 3947/ 392-2166	200m sur del antiguo canal 7, Cristo Rey	€ 60 (Kilo)	No Hay	Material se debe llevar a la bodega
METALTICO (La Uruca)	Alfonso Redondo	256-0715 / 392- 2166	Contiguo al Rancho de Lencho La Uruca	€ 60 (Kilo)	No Hay	-
METALTICO (Tibás)	Alfonso Redondo	221-5656 / 392- 2166	Frente a la Plaza de Deportes de Copey, Tibás	€ 60 (Kilo)	No Hay	-
Recicladora La Chinita	Gilberto Cordero	276-7990 / 388- 0409	Contiguo al plantel del MOPT (Rio Azul)	€30 - €50 (Kilo)	No Hay	Los desechos deben de venir sin mezclar, sin contaminantes, limpios y secos. Precios en Bodega
Recicladora Royma	Roberto Jiménez	245-1951 / 292- 5823	Platanares de Moravia, 300 oeste de la Iglesia Católica	€ 30 (Kilo)	200 kilos	Sin contaminar y sin mezclar, limpios y secos. Precios en bodega, se pueden recolectar, pero los precios son negociables según la cantidad y calidad
Reciclando con Don Paco	Paco Cambroner	441-2883	450 oeste de la corte Suprema de Justicia , sobre calle ancha (Alajuela)	Panamco (Coca- Cola) € 65 (Kilo), Cervecería € 80 (Kilo) Otros €15 (Kilo)	No Hay	El precio depende del amarre cantidad y limpieza, (sin cintas ni contaminantes)
Recoprimax S.A	Erick Jiménez	222-8617 / 254- 1300	650 suroeste de la fábrica Numar (Barrio Cuba)	€ 50 (Kilo)	No Hay	Precios en bodega, pero según cantidad se puede recoger en San José, previa negociación de precio
Rivera Arrieta del Atlántico S.A	Javier Rivera	768-7197 / 388- 6519	Cairo de Siquirres (Limón)	No pagan, recogen los materiales en toda la provincia de Limón	100 Kilos	-

Centros de acopio específicos de la provincia de Guanacaste

Cantón	Nombre	Coordinador	Tel.	Fax	Correo electrónico
NICOYA	ASOCIACIÓN AMBIENTALISTA DE LA PENÍNSULA DE NICOYA (ASOAPEN)	CONSUELO ROJAS	685-5324	685-2324	agarcia79@yahoo.com
ABANGARES	COOPERATIVA AUTOGESTIONARIA DE PRODUCCIÓN EN CADENA (COOPEPROCA R.L.)	IRMA HERNÁNDEZ	376-5653/662-0510	662-1717	undaca@racsa.co.cr
BAGACES		JORGE VALERIO	377-9181/681-8101		
NANDAYURE		RAFAEL NUÑEZ BADILLA (CARMONA)	MUNI		
LIBERIA, SAN RAFAEL	CENTRO DE ACOPIO EL LIBERIANO	HENRY ESPINOZA	665-3024		
GUARDIA	COOPRETEN	CARMEN ELENA CANALES	667-0400/812-8746		
TILARÁN		LUZ MARY/EDGAR	695-8898/8213747		
CAÑAS	MINAE-MINISTERIO DE SALUD Y MUNICIPALIDAD	CELEDONIA TENORIO	669-0533		
TAMARINDO	FABIO DESINA (CONCHAL, FLAMINGO, POTRERO, BRASILITO)		653-8847		
GUANACASTE, PACÍFICO NORTE	BEATRIZ SLOOTEN	BEATRIZ	371-3139		
	FILADELFIA, GUANACASTE	ELVIS ZUÑIGA	688-8740	826-1055	
LIBERIA.		SR:ALVARO	666 -5676		

Anexo 5. Composición Porcentual de los residuos sólidos en Costa Rica *

	% Plástico	% Vidrio	% Papel	% Aluminio	%Biodegradable	% Otros
Zona urbana	17,7	2,29	20,62	0,1	49,7	9,59
Zona Rural	2,48	1,16	5,72	0,1	63,29	27,25

Elaboración propia: fuentes Municipalidad de Esparza, Municipalidad de San José, Municipalidad de Cartago, Municipalidad de Grecia

* Soto, S. 2006. Situación Actual de la Gestión de los Residuos Sólidos en Costa Rica. ITCR. (documento digital facilitado por Lilliana Gaviria vía correo electrónico)