

CIENCIA Y SOCIEDAD
Volumen XXXV, Número 4
Octubre-Diciembre 2010

CARACTERIZACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN SANTO DOMINGO OESTE, PROVINCIA SANTO DOMINGO, (I)

(Characterization of household solid waste in west Santo Domingo, Santo Domingo Province, Dominican Republic)

Alfredo Abel Francisco*
Yokasta Rodríguez**

RESUMEN

La caracterización de residuos sólidos domiciliarios consiste en identificar la cantidad y composición física y química de los residuos sólidos generados en las residencias, según el nivel de ingreso.

La metodología aplicada para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios es la recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS para los países de la región de América Latina y el Caribe, basada en el diseño del Dr. Kunitoshi Sakurai.

En los resultados de la caracterización de residuos sólidos domiciliarios se analizó el porcentaje de la composición de los residuos, tanto de la parte orgánica como de la inerte y en su valoración se cuantificó el volumen y el peso. La generación per capita en los sectores de ingresos altos es de 1.27 kg/hab/día, la de ingresos medios de 1.00 kg/hab/día y la de ingresos bajos 0.74 kg/hab/día.

PALABRAS CLAVES

Residuos sólidos domiciliarios, generación, caracterización.

* Área de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC. República Dominicana.
E-mail: aabel@intec.edu.do

** Área de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC. República Dominicana.
E-mail: yokasta20@hotmail.com

ABSTRACT

The Characterization of household solid waste is the identification of the quantity and physical and chemical composition of solid waste generated in homes, according to income level.

The methodology for the characterization of solid household waste is the recommended by the Pan-American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences, CEPIS, for the countries of Latin America and the Caribbean, based on the design of Dr. Kunitoshi Sakurai.

The results of the household solid waste is the characterization is the analysis of the percentage composition of waste, both the organic and the inert, and its assessment, quantified by volume and weight. The per capita generation of waste in high income sectors is 1.27 kg/person/day; for the middle income level it is of 1.00 kg/person/day; for the low income level it is of 0.74 kg/person/day.

KEY WORDS

Household solid waste, generation, characterization.

1. INTRODUCCIÓN

Con la creación de la nueva provincia de Santo Domingo, el municipio de Santo Domingo Oeste tiene como reto iniciar la gestión de los residuos sólidos con limitaciones de fondos para la gestión y sin la experiencia en el manejo de los mismos. Este municipio está compuesto por un 4 % de sectores de altos ingresos, un 49 % de ingresos medios y un 47 % de bajos ingresos. A medida de que la población aumenta y los centros poblados se hacen más densos, el problema de la generación, recolección y disposición final de los residuos sólidos tiende a agudizarse.

En sentido general, el aumento en los niveles de vida de las personas es directamente proporcional al aumento de su generación de residuos. Aunque solo el 4 % es de altos ingresos, la mitad de la población corresponde a ingresos medios lo cual implica una mayor complejidad en la gestión de los residuos sólidos que en él se generan, con la agravante de que no dispone de área en su demarcación para la disposición final de los mismos.

En general, la generación de residuos sólidos se ha convertido en un problema de gran dimensión debido a la disminución de áreas disponibles para la construcción de rellenos sanitarios, así como también por los controles exigidos por las autoridades de medio ambiente para procurar una protección cada vez mayor del agua, el aire y el suelo.

La relación entre el deterioro de la salud pública y el almacenamiento, recogida y evacuación inapropiada de los residuos sólidos es muy estrecha. El crecimiento horizontal del municipio de Santo Domingo Oeste y la gran cantidad de habitantes de la zona rural ha traído como consecuencia un aumento en la generación de los residuos sólidos a los cuales es necesario dar un manejo adecuado, pero esto es imposible si se desconoce la cantidad de residuos que se produce y la composición de los mismos.

El Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos domiciliarios en el municipio de Santo Domingo Oeste tiene como objetivo identificar la cantidad y composición física y química de los residuos generados según el nivel de ingreso (bajo, medio y alto) de los habitantes. El muestreo fue realizado entre el 27 de junio al 4 de julio del año 2006.

2. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la caracterización de los residuos sólidos es la recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS-OPS para los países de la región de América Latina y el Caribe, basada en el diseño del Dr. Kunitoshi Sakurai (OPS-OMS, 1983). La cual consiste en:

2.1 Determinación de la muestra

2.1.1 Análisis de la *distribución* de la población por nivel de ingreso

El siguiente cuadro indica los porcentajes y el número de hogares por nivel de ingreso en el municipio:

2.1.2. Determinación del número de muestras por nivel

Estrato	Hogares	%
Bajos Ingresos	33926	46.70
Ingresos Medios	35721	49.17
Altos Ingresos	3001	4.13
Total de Hogares	72628	100

Para la determinación del número de muestras que reflejen un alto grado de confiabilidad y reducido porcentaje de error, se utilizó la fórmula estadística siguiente:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N * p * q}{i^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = tamaño muestral

N = tamaño de la población, número total de viviendas = 72648 viviendas (ONE, 2002)

Z = valor correspondiente a la distribución de Gauss = 1.96 para $\alpha = 0.05$ (Walpole-Myers-Myers, 1999)

p = prevalencia esperada del parámetro a evaluar. Como en este caso se desconoce, aplicando la opción más desfavorable ($p = 0.5$), que hace mayor el tamaño muestral.

$$q = 1-p \text{ (} p = 50\%, q = 50\%)$$

i = error que se prevé cometer.

$$n = \frac{(1.96)^2 (72648)(0.5)(0.5)}{(0.13)^2(72648-1)+(1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

El número de viviendas a muestrear es:

$$n = (69771.14)/1228.71 = 57 \text{ viviendas}$$

Considerando la división del Municipio de Santo Domingo Oeste por niveles de ingresos, se plantea trabajar con muestreo estratificado por asignación proporcional de la población para conocer la generación de residuos sólidos por nivel.

NUMERO DE VIVIENDAS POR NIVEL:

Nivel	Total de Hogares	% de Hogares	Muestra Proporcional	Muestra (Redondeado)
Bajos Ingresos	33926	46.70	26.62	27
Ingresos Medios	35721	49.17	28.03	28
Altos Ingresos	3001	4.13	2.35	2
Total de viviendas	72628	100	56.78	57

2.2 Recolección de los datos y análisis de los residuos sólidos

2.2.1 Residencias

- a) Con los pesos obtenidos (en kg) se determinaba diariamente la generación per cápita para cada vivienda, de acuerdo al número de personas que habitan en ellas.
- b) La recolección de los residuos sólidos se efectuó ocho días consecutivos, cada veinte y cuatro (24) horas. Tres veces, en días no consecutivos, para todo el volumen de la muestra por nivel de ingresos se determinó la composición física de los mismos, la cual incluyó la gravedad específica total y la gravedad específica por composición física. Esta fue obtenida a través de la realización de varios cuarteos sucesivos hasta lograr una muestra homogénea de residuos de 50 Kg o menos. En la Foto 1 se aprecia un momento del cuarteo, mientras que en la Foto 2 puede observarse la forma en que se medía el volumen, utilizando contenedores calibrados.



Foto 1: Cuarteo



Foto 2: Determinación del volumen

- c) La composición física de las muestras adquiridas (base húmeda) se obtenía separando y haciendo una clasificación por: desperdicios de cocina, papel y cartón, textiles, restos de jardín y madera, plástico, goma y piel, metales, botellas y vidrio, tierra, piedra y cerámica y otros. Se clasificaron los componentes en recipientes previamente pesados y se calculó el porcentaje de cada componente de acuerdo con el peso total de los residuos recolectados en el día. En la Foto 3 se observan los recipientes con los materiales segregados. La Foto 4 muestra el momento en que uno de estos recipientes, conteniendo desperdicios de cocina, es pesado.



Foto 3: Composición física



Foto 4: Peso

- d) La composición química incluyó el análisis de humedad (contenido de agua) y el análisis elemental (Carbono y Nitrógeno), solo para los residuos de cocina y restos de jardín de las residencias de clase media. Los análisis de contenido de humedad se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del INTEC, mientras que las concentraciones de Carbono y Nitrógeno (% en peso), fueron hechas en los laboratorios de FERQUIDO.

Foto 5: Horno y balanza de precisión usados en la determinación de % de humedad de las muestras.



3. ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

En el análisis de los residuos sólidos domiciliarios, la valoración de las cantidades se hizo en términos de peso, por ser ésta la única base exacta para generar cantidades de los residuos generados, independientemente del grado de compactación de los mismos. Para cada sector se evaluó la generación promedio per capita y su composición física, para los de ingresos medios además se evaluó la composición química de las muestras.

3.1 Análisis residuos sólidos residencias de Altos Ingresos

En la Tabla 1 se registran los pesos de los residuos sólidos domiciliarios en Kg/hab/día para el periodo de estudio en los sectores de altos ingresos seleccionados, Alameda I y Alameda II.

TABLA 1
Generación Residencias de Altos Ingresos

Sector: Alameda		Peso por Día (Kg)									
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	
C/Naranja #19, Alameda I	Pedro De Jesús Candelier	9	Prueba	8.98	12.32	6.32	11.76	4.40	11.22	12.52	
C/Hatillo Sompagne #60, Alameda II	Delvi Castro	4	Prueba	10.56	4.40	10.78	9.52	4.02	5.36	3.26	
PER CAPITA		13		1.50	1.29	1.32	1.64	0.65	1.28	1.21	

La generación promedio para las residencias de altos ingresos resultó de 1.27 Kg/hab/día.

TABLA 2
Composición Física de las Muestras de Sectores de Ingresos Altos

	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Promedio	
	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%		
Volumen de Muestra (gal)	16.00		9		8		11	
Peso de Muestra (kg)	9.46		6.28		5.79		7.18	
Densidad Kg/m ³	156.21		184.35		191.22		177.26	
Peso Especifico (N/m ³)	1532.41		1808.51		1875.82		1738.91	
Composición Física	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%		
●Desperdicios de Cocina	3.28	34.68	2.11	33.60	3.15	54.40	2.85	40.89
●Papel/cartón	1.04	11.00	0.32	5.10	1.02	17.62	0.79	11.24
●Textiles	0.06	0.63	1.40	22.29	0.10	1.73	0.52	8.22
●Hierva/madera	3.61	38.17	1.34	21.34	0.55	9.50	1.83	23.00
●Plastico	0.86	9.09	0.38	6.05	0.31	5.35	0.52	6.83
●Goma/piel	0.07	0.74	0.00	0.00	0.02	0.35	0.03	0.36
●metales	0.08	0.85	0.24	3.82	0.16	2.76	0.16	2.48
●botella/vidrio	0.45	4.76	0.26	4.14	0.46	7.94	0.39	5.61
●Tierra/piedra/cerámica	0.00	0.00	0.23	3.66	0.02	0.35	0.08	1.34
●Otros (pluma)	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Total	9.46	100.00	6.28	100.00	5.79	100.00	7.18	100.00

GRÁFICO 1

Composición física promedio, sectores Altos Ingresos

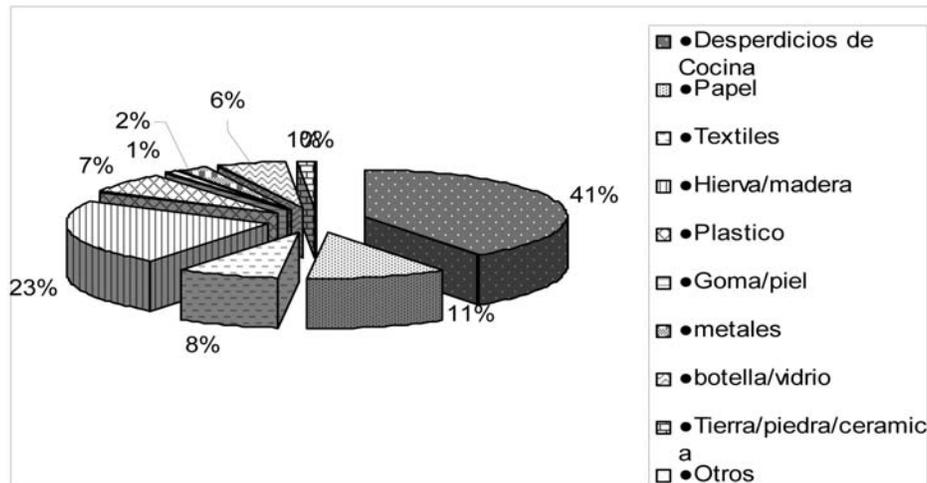


Gráfico 1: Composición física promedio, sectores Altos Ingresos

En el gráfico 1 se presentan los porcentajes promedios para los tres días de análisis, en sectores de altos ingresos.

La composición física promedio en los residuos generados en las residencias de altos ingresos determinó que el 91% son de origen orgánico.

3.2 Análisis residuos sólidos Residencias de Ingresos Medios

La evaluación de la generación de los sectores de ingresos medios fueron realizadas en los sectores Paraíso del Caribe, Las Caobas, Res. Santo Domingo, Res. El Café, Rosa Maria y Almendra. Los valores de los pesos de los residuos sólidos domiciliarios se presentan en la Tabla 3.

TABLA 3

Generación Residencias de Ingresos Medios

Sector: Paraíso del Caribe		Peso por Día (Kg)									
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar	
C/ Beata #3	Ana Batista	3	Prueba	1.54	2.12	1.46	1.00	1.36	1.30	0.72	
C/Cabrito Edif. 6, Apto. 1-B	Rosa Frias	5	Prueba	4.88	5.12	3.40	4.56	1.70	2.44	2.98	
C/ Cabrito Edif. Don Trios	Ronoydis Feliz	4	Prueba	2.28	1.50	4.00	3.30	2.24	2.94	1.40	
C/ Paseo del Canal #223	Juana Ramírez	4	Prueba	1.64	2.96	3.50	3.50	5.76	1.68	5.46	
C/ Monterio #84	Yuneris Reyes	4	Prueba	2.56	1.98	6.16	1.72	2.62	1.88	1.34	
PER CAPITA		20		0.65	0.68	0.93	0.70	0.68	0.51	0.60	

Sector: Las Caobas		Peso por Día (Kg)									
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar	
Manz. 8 # 15 A	Ana Almánzar	5	Prueba	3.5	8.00	9.04	3.64	4.82	8.38	9.24	
Manz. 20 Edif. 5A	Emilia Abreu	3	Prueba	2.92	2.58	4.00	1.66	4.92	5.22	4.48	
Manz. 9 #21	Modesto Guerrero	7	Prueba	14.84	1.30	3.76	5.08	2.94	4.66	2.04	
Manz. 18 Edif. 7B	Francisca de la Cruz	7	Prueba	3.38	5.68	1.12	3.16	6.16	5.60	4.72	
Manz. 23 Edif. 8A	Leonidas Guzmán	5	Prueba	2.38	1.14	7.82	16.72	12.10	1.14	3.62	
PER CAPITA		27		1.00	0.69	0.95	1.12	1.15	0.93	0.89	

Sector: Res. Sto. Dgo.		Peso por Día (Kg)									
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar	
C/ Penetración Sur #13	Juana Rodríguez	5	Prueba	1.24	6.08	3.86	4.78	2.54	3.76	2.14	
C/ Penetración Sur #18	Manuel García	3	Prueba	2.00	3.50	6.86	2.26	6.36	2.82	1.74	
C/ Penetración Sur #21	Magno Rodríguez	4	Prueba	3.52	4.20	1.88	3.00	4.14	2.10	5.58	
C/ C5 #17	Alexandra Oviedo	5	Prueba	2.46	3.20	4.84	1.20	2.66	7.40	4.26	
C/ 19 # 35	Brunilda Contreras	1	Prueba	1.60	4.72	2.06	4.50	1.06	3.90	3.34	
PER CAPITA		18		0.60	1.21	1.08	0.87	0.93	1.11	0.95	

Sector: Res. El Café		Peso por Día (Kg)									
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar	
C/ 1era #16	Anita Javier	5	Prueba	4.14	8.64	3.50	2.74	3.00	1.24	3.66	
C/ 1era #31	Manuel De Jesús	3	Prueba	4.48	2.84	4.25	8.25	3.18	2.78	2.78	
C/ 1era #55	Santa Vargas	4	Prueba	7.00	7.02	7.80	4.50	5.04	2.62	1.88	
C/ 2da. #7	Valentina Javier	3	Prueba	0.34	2.00	2.14	1.50	0.84	13.90	7.60	
C/ 2da. #16	Emilio Bautista	3	Prueba	3.00	2.18	0.94	0.84	1.44	7.34	4.10	
PER CAPITA		18		1.05	1.26	1.04	0.99	0.58	1.55	1.11	

Cont. tabla 3

Sector: Rosa María			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/ 2da. #26	Belkis Toribio	4	Prueba	6.02	3.50	2.00	3.50	1.38	1.78	6.40
C/ C #5	Rosa M. Figueroa	5	Prueba	2.12	0.86	1.66	7.50	2.46	7.50	7.46
C/ A #12	Añadía Rivas	5	Prueba	5.14	1.60	3.74	7.50	3.92	6.18	5.06
PER CAPITA		14		0.43	0.95	0.53	1.32	0.55	1.46	1.71

Sector: Almendra			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/Nogar #1, Almendra	Arcercenia Polanco	3	Prueba	3.26	5.50	7.00	5.50	4.82	5.00	1.50
C/Almendra #1	Luis Elpidio Felix	4	Prueba	13.46	7.14	3.02	8.92	8.92	9.02	7.90
C/ Almdendrilla #34	Kirsi Alcántara	4	Prueba	5.08	1.36	12.32	0.42	0.42	5.52	3.98
C/ Almendrilla #24	Luis Germes	3	Prueba	3.00	3.30	5.00	4.72	4.72	3.56	2.52
C/ Nogar #23	Juana De Espinal	4	Prueba	4.00	1.48	7.78	3.32	3.32	6.38	6.20
PER CAPITA		18		1.05	1.26	1.04	0.99	0.58	1.55	1.11

La generación promedio para las residencias de ingresos medios es 1.0 Kg/hab/día, según se presenta en los gráficos 2 y 3; observándose una reducción de la generación durante los días feriados a 0.75 Kg/hab/día, estando presentes el 90% de los residentes. Las viviendas incluidas en el muestreo tienen un promedio de 4 habitantes por residencia, lo cual coincide con las informaciones reportadas por los censos nacionales.

Los resultados para la evaluación de la composición física de los residuos se muestran en la Tabla 4 y el gráfico No. 4.

Al igual que en las residencias de altos ingresos, el porcentaje de restos de vidrio es considerablemente alto, ya que resultó ser 6.55%, valor que supera el promedio de generación para este mismo renglón en los Estados Unidos de Norteamérica que es de un 6.2 % y los valores reportados para América Latina (1.7% – 6.6%). Estos valores pudieron ser mayores, pero actualmente ha habido un incremento en los precios de metales y botellas en el mercado informal, acción que hace atractivo su comercio en los sectores de ingresos medios y bajos.

Grafico 2. Generación Per-capita promedio por vivienda sectores Ingresos Medios

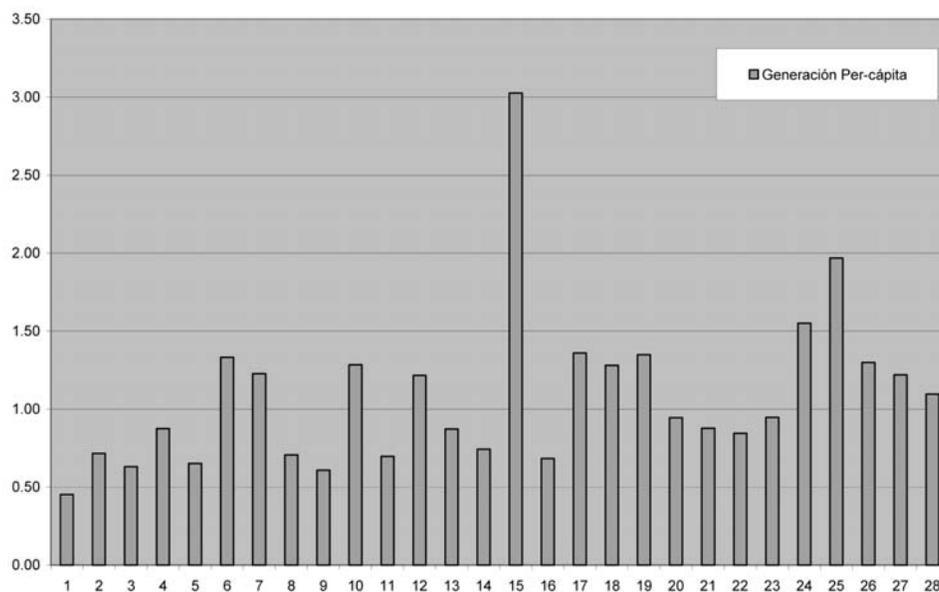


Grafico 3. Variación de la generación por vivienda y valor promedio sectores ingresos medios

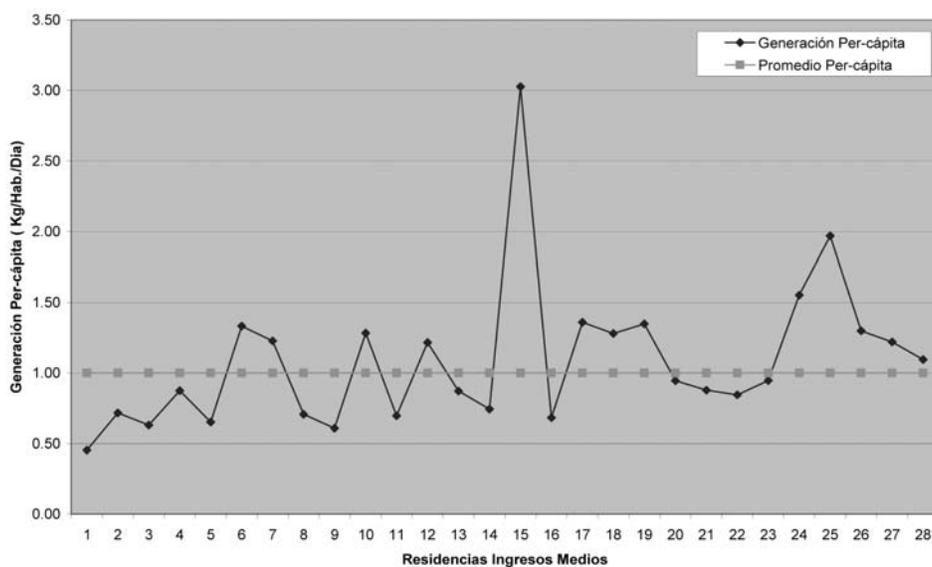


TABLA 4

Composición Física de las Muestras de Sectores de Ingresos Medios

	(M1)		(M2)		(M3)		Promedio	
Volumen de Muestra (gal)		19		16		17		17.33
Peso de Muestra (kg)		14.12		7.56		9.8		10.49
Densidad Kg/m ³		196.34		120.54		152.3		156.39
Peso Especifico (N/m ³)		1926.12		1182.51		1494		1534.28
Composición Física	Peso (kg)	%						
▪ Desperdicios de Cocina	7.28	51.58	1.52	20.83	2.48	25.31	3.76	32.57
▪ Papel y cartón	2.4	17	0.9	12.33	0.76	7.76	1.35	12.36
▪ Textiles	0.36	2.55	0.12	1.64	0	0	0.16	1.40
▪ Hierba/ madera	0.28	1.98	0.84	11.51	4.82	49.18	1.98	20.89
▪ Plástico	3.34	23.66	1.86	25.48	0.74	7.55	1.98	18.90
▪ Goma/ piel	0.12	0.85	0.12	1.64	0.06	0.61	0.10	1.03
▪ Metales	0.16	1.13	0.38	5.21	0.16	1.63	0.23	2.66
▪ Botella/ vidrio	0.15	1.06	0.82	11.23	0.72	7.35	0.56	6.55
▪ Tierra/ piedra/ cerámica	0.02	0.14	0.74	10.14	0.06	0.61	0.27	3.63
Otros	0.005	0.04	0	0	0	0	3.76	0.01
Total	14.115	100	7.3	100	9.8	100	10.41	100.00

GRÁFICO 4

Composición Física Promedio, sectores Ingresos Medios

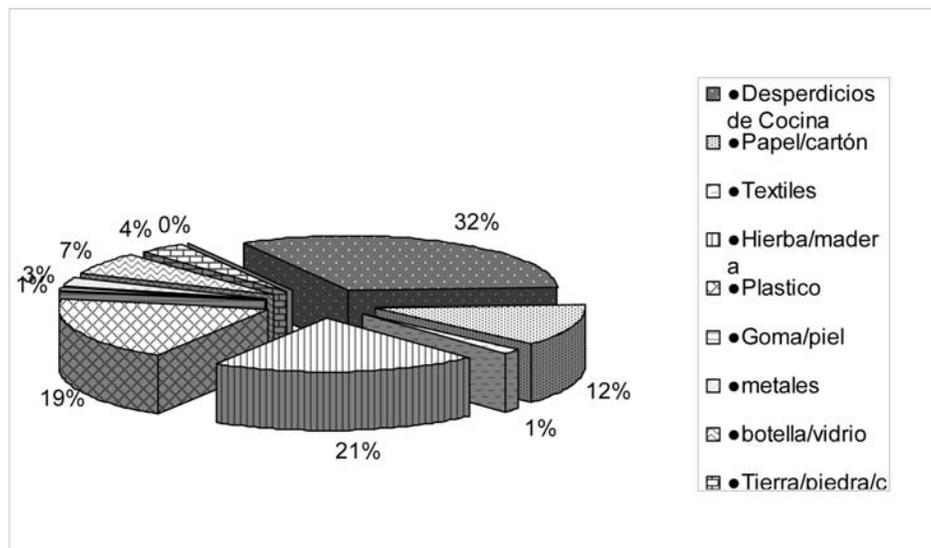


Gráfico 4: Composición Física Promedio, sectores Ingresos Medios.

Como puede verse, el 87% en peso de los residuos generados por residencias de ingresos medios es de origen orgánico.

3.2.1 Composición Química de las Muestras de Residencias de Ingresos Medios

Los valores resultantes del análisis del contenido de humedad y el análisis elemental se encuentran en la Tabla 5.

3.2.1.1 Humedad relativa

El contenido de humedad promedio para los residuos sólidos domiciliarios (evaluados para la clase ingresos medios) fue de un 68%, en la evaluación se obtuvo como resultado que los residuos de cocina tenían 70% de contenido de humedad y los restos de jardín un 66%.

3.2.1.2 Análisis elemental

Para el análisis de la revalorización de los residuos orgánicos la propiedad más importante que garantiza su calidad es la relación Carbono Nitrógeno. El promedio de la relación Carbono Nitrógeno obtenido de los análisis de laboratorio realizados en el Laboratorio de Análisis Agrícola del Departamento Técnico Ferquido (DTF) de Fertilizantes Químicos Dominicanos, S. A. (FERQUIDO) fue de 28, el cual se encuentra cerca del rango óptimo, que es entre 20 – 25 para un correcto compostaje (Tchobanoglous-Theisen-Vigil, 1994).

TABLA 5

Resultados composición química residuos domiciliarios.

Tipo de Muestra	Procedencia	Día	Humedad Relativa (% en peso)	Nitrógeno Total % N*	Carbono % C*	Relación C / N
Clase Media	Cocina	1	78.79	1.89	50.6	26.9
		2	68.04	1.66	55.5	33.5
		3	63.03	4.72	51.0	10.8
	Jardín	1	55.76	1.44	51.4	35.7
		2	78.33	1.56	53.4	34.4
		3	64.17	1.29	51.8	40.2

* Porcentaje en peso seco

3.3 Análisis residuos sólidos Residencias de Ingresos Bajos

En la Tabla 6 se presentan los datos de generación obtenidos en los barrios correspondientes a residencias de bajos ingresos. En el Gráfico 5 se muestran los resultados de generación promedio diaria per cápita para cada una de las residencias muestreadas. En el Gráfico 6 se presenta la variación entre viviendas comparadas con el valor promedio general para estos sectores.

TABLA 6
Generación Residencias de Bajos Ingresos

Sector: Bayona			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/ Pedro Abreu #3	Cristina Jaime	2	Prueba	1.40	3.64	1.12	2.00	0.78	0.68	1.36
C/ María de Toledo #25	María de la Cruz	2	Prueba	2.16	0.28	5.00	0.44	0.92	1.22	2.04
C/ Privada #7	Juana Espinal	4	Prueba	6.50	4.24	1.66	4.76	1.02	4.26	3.36
C/ Rogelio Rossel #65	Eduviges Flores	5	Prueba	2.76	2.20	2.88	4.62	3.46	3.56	3.26
C/ Rogelio Rossel #13	Yoceris Paredes	5	Prueba	2.00	1.80	2.40	3.10	1.60	4.16	0.00
TOTAL		18		0.82	0.68	0.73	0.83	0.43	0.77	0.56

Sector: El Abanico			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/ La Unión #4	Yolanda Tirado	3	Prueba	4.50	4.00	2.48	2.00	3.70	1.74	3.62
C/ Las Cañadas	Angelina Noboa	5	Prueba	1.18	0.78	5.00	3.00	1.68	0.24	2.32
C/ Respaldo 27 (rosada)	Domistene Alfre	5	Prueba	2.00	3.12	1.00	0.00	3.98	1.44	2.78
C/ Respaldo 27 esq. Hortaliza	Jacqueline Read	6	Prueba	1.10	2.00	3.66	3.00	1.86	3.30	2.26
C/ La Hortaliza #82	Pilar Hernández	6	Prueba	1.82	2.16	1.74	1.00	2.50	2.38	0.48
TOTAL		25		0.42	0.48	0.56	0.36	0.55	0.36	0.46

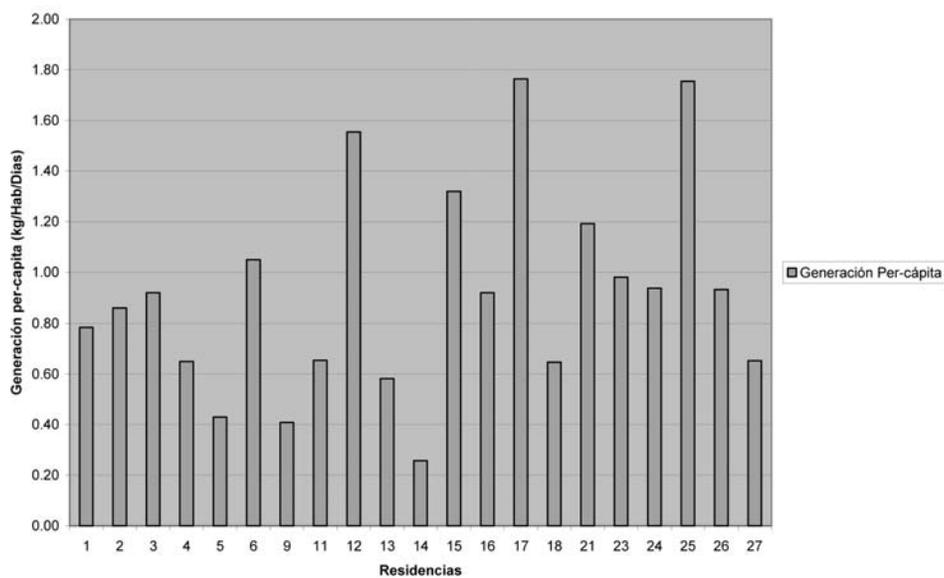
Sector: San Miguel			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/ Principal #71	Romelia Lorenzo	7	Prueba	4.5	5.92	5.28	3.58	3.16	1.74	7.88
C/ Principal #77	Próspero Encarnación	3	Prueba	5.5	6.28	2.98	1.46	4.26	2.50	9.66
C/ Antonia Pérez #2	Daina Pérez	3	Prueba	0.56	1.42	1.08	3.06	2.12	1.78	2.20
C/ José Bautista #11	Rosa Cuevas	4	Prueba	0.88	0.58	1.24	0.98	1.54	0.56	1.44
C/ Principal #6	Marissa Herrera	3	Prueba	1.36	6.42	5.00	7.30	1.02	2.18	4.42
TOTAL		20		0.64	1.03	0.78	0.82	0.61	0.44	1.28

Sector: Buenos Aires			Peso por Día (Kg)							
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar
C/ 5 #42 ^a	Doña Ramona	4	Prueba	6.72	1.84	5.58	2.50	2.12	7.04	0.00
C/ Magalis Estrella #58	Nicolás Baldera	4	Prueba	7.88	1.16	15.56	6.00	8.70	9.34	0.00
C/5 #38	Doña Amada	4	Prueba	1.12	7.52	1.58	5.50	0.46	0.88	0.76
C/ Libertador # 41	Doña Victoria	2	Prueba	4.94	0.78	1.82	5.00	2.28	9.54	1.06
C/ 5 Cond. Michelle	Julián Pérez	5	Prueba	1.00	5.48	5.30	3.00	7.70	2.82	5.00
TOTAL		19		1.14	0.88	1.57	1.16	1.12	1.56	0.43

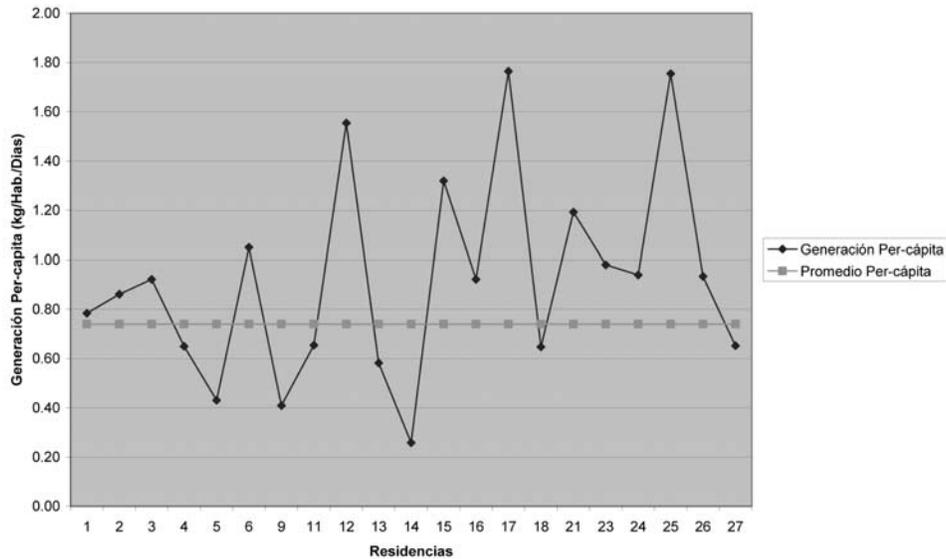
Cont. tabla 6

Sector: Hato Nuevo			Peso por Día (Kg)								
Dirección	Residente	No. per	Mar	Mier	Juev	Vier	Sab	Dom	Lun	Mar	
C/ Cuesta del Sol #33	Maria Lora	4	Prueba	2.34	1.88	2.58	2.58	1.66	2.46	2.88	
C/ Cuesta del Sol #10	Luchy González	4	Prueba	2.50	1.16	3.60	2.34	1.42	2.26	2.32	
C/ El Palmar #11	Josefina Pérez	4	Prueba	1.92	1.20	2.74	1.14	0.38	3.40	2.68	
C/ El Palmar # 5	Ramón A. Rosa	3	Prueba	0.84	1.28	0.88	3.00	1.08	2.30	1.34	
C/ Principal #03	Julia Campechán	2	Prueba	1.28	1.22	1.14	0.00	1.48	2.34	2.10	
C/ Principal #25	Juan Martinez	5	Prueba	1.28	2.00	2.08	1.18	2.38	0.00	0.76	
C/ Principal #115	Yolanda Pérez	3	Prueba	0.76	2.82	1.16	2.34	2.90	0.20	0.52	
TOTAL		25		0.57	0.61	0.75	0.66	0.59	0.68	0.66	

Gráfica 5. Generación per-capita promedio por vivienda sectores bajos ingresos



Grafica 6. Variación de la generación por vivienda y por valor promedio sectores Bajos ingresos



La generación per capita en las residencias de bajos ingresos se comportó de la siguiente forma: para el sector Bayona una generación de 0.69 Kg/hab/día, para El Abanico 0.46 Kg/hab/día, San Miguel 0.80 Kg/hab/día, Buenos Aires 1.12 Kg/hab/día y el Hato Nuevo 0.65 Kg/hab/día; para un valor promedio de 0.74 kg/hab/día.

En el sector de Buenos Aires la generación fue de 1.12 Kg/hab/día, valor que fue superior a la generación de los sectores de ingresos medios y semejante a los obtenidos para los sectores de altos ingresos.

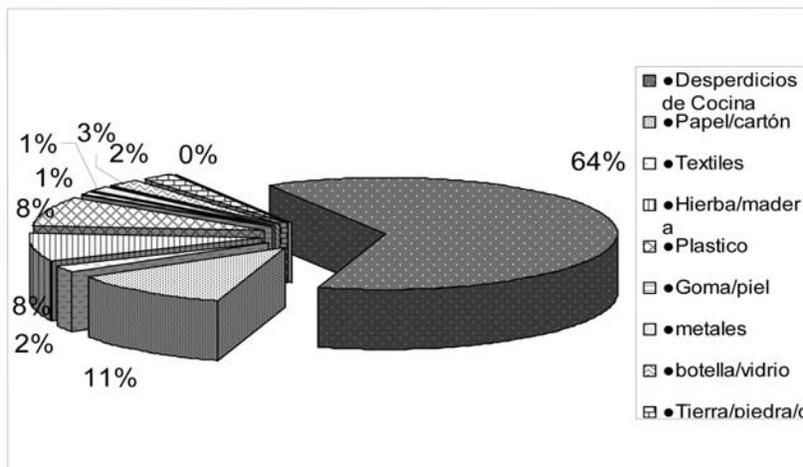
TABLA 7

Composición Física de las Muestras de Sectores de Bajos Ingresos

	(M1)		(M2)		(M3)		Promedio	
Volumen de Muestra (gal)	11		8		14		11	
Peso de Muestra (kg)	15.2		6.5		14.5		12.07	
Densidad Kg/m ³	365.08		214.66		273.64		274.39	
Peso Especifico (N/m ³)	3581.41		2105.85		2684.37		2691.78	
Composición Física	Peso (kg)	%						
▪ Desperdicios de Cocina	10.2	67.11	4.24	65.33	8.48	58.89	7.64	63.51
▪ Papel y cartón	1.3	8.55	1.02	15.72	1.78	12.36	1.37	11.36
▪ Textiles	0.12	0.79	0.06	0.92	0.36	2.5	0.18	1.50
▪ Hierba/madera/	0.66	4.34	0.22	3.39	2.16	15	1.01	8.42
▪ Plástico	1.88	12.37	0.52	8.01	0.62	4.31	1.01	8.37
▪ Goma/piel	0.12	0.79	0.08	1.23	0.02	0.14	0.07	0.61
▪ Metales	0.22	1.45	0.12	1.85	0.16	1.11	0.17	1.39
▪ Botella/vidrio	0.5	3.29	0.08	1.23	0.34	2.36	0.31	2.55
▪								
Tierra/piedra/cerámica	0.2	1.32	0.15	2.31	0.48	3.33	0.28	2.30
▪ Otros	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Total	15.2	100	6.49	100	14.4	100	12.03	100.00

GRÁFICO 7

Composición Física Promedio, Sectores Bajos Ingresos



La composición física promedio de los residuos sólidos incluidos en la muestra estuvo compuesta en un 94% de residuos de origen orgánico. Ocupando de estos los restos de cocina un 64%, lo cual se encuentra en el rango límite superior de los promedios para América Latina cuyo rango es 34 – 65 %. (Zsanto). Pero esto es típico en la mayoría de los países económicamente en desarrollo, que tienen una alta concentración de materia orgánica y en particular en residuos de cocina.

Es interesante notar que para este nivel económico el porcentaje de vidrio y botellas es mucho menor que en los otros dos niveles de ingresos, lo cual no sólo un menor poder adquisitivo, sino también una mayor preeminencia de la práctica de la reutilización y o el reciclaje.

Para los restos de jardín el valor promedio en los sectores de bajos ingresos fue el más bajo de los tres niveles económicos, con un 8%, comparado con un 21% en clase media y un 23% en viviendas de altos ingresos; debido al hacinamiento que existe en la mayoría de estos sectores y a la ocupación de las áreas verdes y accesos.

4. CONCLUSIONES

El 90% de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios es de origen orgánico, compuesto por 46% de restos de comida, 12% de papel y cartón, 4% de textiles, 17% de restos de jardín, 11% de plástico y 1% de goma y piel.

El porcentaje de los residuos de botella y vidrio es de 4.9%, que está en el promedio de generación para los valores de América Latina, cuyo rango es de 1.7 % - 6.6 %, en las muestras de las residencias de ingresos bajos, éste es de apenas 2.55 %, que consideramos bajo, con relación a los de ingresos altos y medios, cuyo promedio es de 6.08 % y el cual atribuimos que se debe a la práctica de reutilización y/o reciclaje de los mismos por parte de la población de ingresos bajos.

Es notable la generación de residuos de plástico en las residencias de ingresos medios, que es de 18.90 %, con relación a los de altos ingresos, cuyo promedio es 6.83 % y a los de ingresos bajos que es de 8.37 %.

Para los restos de papel y cartón el promedio fue 11.65 %, que junto al promedio de vidrio, metales representan más del 30 % del total de los residuos y en relación a esto consideramos que el reciclaje de los mismos resultaría económicamente sustentable, para el municipio.

La generación per capita en los sectores de ingresos altos es 1.27 Kg/hab/día, la de los de ingresos medios es 1.00 Kg/hab/día y la de los de ingresos bajos es 0.74 Kg/hab/día.

Para la composición química, el contenido de humedad promedio para los residuos sólidos domiciliarios (evaluados para la clase ingresos medios) fue de un 68%. En la evaluación se obtuvo como resultado que los residuos de cocina tenían 70% de contenido de humedad y los restos de jardín un 66%.

El promedio de la relación Carbono Nitrógeno fue de 28, el cual se encuentra cerca del rango óptimo, que es entre (20 – 25) para un correcto compostaje.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. ACURIO, Guido; ROSSIN, Antonio; TEIXIRA, Paulo y ZEPEDA, Francisco (1998): *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana de la Salud.
2. CANTAHEDE, Álvaro. *Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Organización Panamericana de la Salud. Seminario Taller Gestión Ambiental a nivel Municipal. Lima, Perú CEPIS-OPS-OMS (1996).
3. CANTAHEDE, SANDOVAL, MONGE, GAYCHO (2005). *Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos. Hojas de Divulgación Técnica*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria Y Ciencias Ambientales CEPIS.

4. CLIMENT, Dolores (1996) *El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), sus Características y Aprovechamiento en Agricultura*.
5. Congreso Nacional de la República Dominicana (2002): *Ley 163-01 que crea la Provincia de Santo Domingo*.
6. DE VAL, Alfonso (1996) *Los Residuos Sólidos y el Medio Ambiente*.
7. EPA; Washington, D. C. (1997). *Caracterización de Residuos Sólidos Municipales en los Estados Unidos*.
8. FONTANET, Luís; POVEDA, Pedro (1999) *Gestión de Residuos Urbanos, Manual Técnico y de Régimen Jurídico*
9. HERRAEZ, Isabel y Colaboradores (1989). *Residuos Urbanos y Medio Ambiente*. Universidad Autónoma de Madrid.
10. OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD (1998) *Diagnostico del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D. C.
11. Oficina Nacional de Estadística ONE (2002), «VII Censo de Población y Vivienda».
12. Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000). *Ley Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (64-00)*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
13. Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003). *Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos No Peligrosos*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
14. Szanto N., Marcel (1996) *La Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos*. Curso de Verano Gestión de Residuos Sólidos. Universidad de Cantabria, X Curso Medio Ambiente de Suances.
15. Tchobanoglous, George. Theisen, Hilary. Vigil, Samuel (1994) *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid. Mc-Graw Hill.

Recibido: 17/05/2010

Aprobado: 22/06/2010