

DETERMINACIÓN DE CARGA CONTAMINANTE PRODUCIDA POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS HÚMEDOS GENERADOS EN SANTA CATARINA PÍNULA.

Por: Marvin Grádiz¹
Honduras

RESUMEN

A través de la caracterización de los diferentes tipos de residuos sólidos generados en el municipio de Santa Catarina Pínula, se determinó que las categorías de restos de comida, papel, cartón y plástico, son las más representativas en la composición física. En la mayoría de las investigaciones de los residuos sólidos se habla de la contaminación que éstos generan al ambiente, pero no cuantifican ese grado de contaminación producido. Analizando los residuos sólidos de Santa Catarina Pínula, se determina que la carga contaminante producida por los residuos de origen comercial ($C_{47.17}H_{71.66}O_{23.38}NS_{0.08}$), es la mayor en comparación con los residuos de origen domiciliar ($C_{29.28}H_{45.57}O_{16.97}NS_{0.07}$) y origen institucional ($C_{43.98}H_{68.39}O_{25.92}NS_{0.09}$), generando una carga contaminante total, estos tres tipos de residuos sólidos, de $C_{31.85}H_{49.43}O_{18.21}NS_{0.07}$.

PALABRAS CLAVES

Composición física, Aprovechamiento, Caracterización, Reciclaje, Carga Contaminante, Residuos Sólidos, Contaminación Física, Contaminación Ambiental, Impactos ambientales.

Abstract

Through the characterization of different types of solid waste generated in the municipality of Santa Catarina Pínula, it was determined that the categories of food scraps, paper, cardboard and plastic are the most representative in the physical composition. In most investigations of solid waste pollution is talk they generate the environment, but do not quantify the degree of pollution produced. Analyzing the solid waste of Santa Catarina Pínula, it is determined that the pollution caused by waste from commercial sources ($C_{47.17}H_{71.66}O_{23.38}NS_{0.08}$), is the largest compared with household waste origin ($C_{29.28}H_{45.57}O_{16.97}NS_{0.07}$) and institutional origin ($C_{43.98}H_{68.39}O_{25.92}NS_{0.09}$), generating a total pollutant load, these three types of solid waste $C_{31.85}H_{49.43}O_{18.21}NS_{0.07}$.

Keywords: Physical Composition, Use, Characterization, Recycling, Pollution Load, Solid Waste, Physical Pollution, Environmental Pollution, Environmental Impacts.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles o indeseados. En un ambiente urbano, la acumulación de residuos sólidos es una consecuencia directa de la vida (Tchobanoglous, 1997). Es evidente que la generación de grandes cantidades de residuos afectara el medio ambiente, ya sea en la calidad del aire cuando llegan a él gases provenientes de la descomposición de la basura; del suelo cuando los residuos se incorporan a él; o del agua si los residuos se vierten en ella o simplemente son arrastrados por las lluvias.

Carga contaminante de los residuos sólidos

Es común observar en las investigaciones de los residuos sólidos, que se dice de la contaminación que éstos producen a los diferentes elementos del ambiente como son aire, agua y suelo, careciendo de los más importante en estudios de este tipo, que es la cuantificación de esa carga contaminante generada por ellos. Los elementos fácilmente cuantificables en esta contaminación generada por los residuos sólidos son el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, los cuales se determinan mediante un análisis elemental de los componentes de los residuos sólidos

Cada residuo sólido sin importar su origen o forma, tiene una composición química específica, la cual indicará su grado de contaminación (carga contaminante). La carga contaminante de los residuos sólidos puede variar dependiendo su forma de disposición o exposición al medio que lo rodea. Para determinar la carga contaminante de los residuos sólidos, se hace uso de la tabla I.

Tabla I. Porcentajes de los compuestos de los residuos sólidos.

| Componente | % en peso | | | | |
|--------------------------------|-----------|-----|------|-----|-----|
| | C | H | O | N | S |
| Papel y carton | 44.0 | 5.9 | 44.6 | 0.3 | 0.2 |
| Plásticos | 60.0 | 7.2 | 22.8 | 0.0 | 0.0 |
| Pet | 60.0 | 7.2 | 22.8 | 0.0 | 0.0 |
| Restos de comida | 48.0 | 6.4 | 37.6 | 2.6 | 0.4 |
| Metales | 4.5 | 0.6 | 4.3 | 0.1 | 0.0 |
| Duroport | 60.0 | 7.2 | 22.8 | 0.0 | 0.0 |
| Textiles | 55.0 | 6.6 | 31.2 | 4.6 | 0.2 |
| Vidrio | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.0 |
| Papel higiénico y pañales | 44.0 | 5.9 | 44.6 | 0.3 | 0.2 |
| Madera | 49.5 | 6.0 | 42.7 | 0.2 | 0.1 |
| Desechos electrónicos | 60.0 | 7.2 | 22.8 | 0.0 | 0.0 |
| Tierra, ceniza, ladrillo, etc. | 26.3 | 3.0 | 2.0 | 0.5 | 0.2 |

METODOLOGÍA

La técnica que se empleó para determinar la composición física de los residuos sólidos generados en el Municipio de Santa Catarina Pinula es el Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, (Sakurai, 1981). Obteniendo en primer lugar el tamaño del espacio muestral, el cual estará determinado por el número de viviendas, desviación estándar o producción per cápita determinado a través de un muestreo preliminar o utilizando valores obtenidos en estudios anteriores y un error permisible el cual estada definido en base al grado de confiabilidad que se desee en el estudio.

Mediante un muestreo continuo, por un lapso de una semana, se determinó la composición física de los residuos sólidos generados, los cuales se dividen en diferentes categorías, obteniendo una composición física de forma diaria, las cuales se promedian para obtener la composición final de los residuos sólidos en cada categoría definida.

Para obtener la carga contaminante generada por los residuos sólidos se hizo un análisis elemental de los componentes de los residuos sólidos, las técnicas que se siguieron se detallan en la figura 1.

Figura 1. Metodología empleada para determinar composición física y carga contaminante de los residuos sólidos.

Determinación de la muestra

- Estableciendo grado de confiabilidad.

- Error permisible (E).

- Total viviendas (N).

- Desviación estándar (PPC muestreo preliminar) (V).

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

Composición física

- Se toma una muestra aproximada de 1m³.
- Se cortan los residuos hasta un tamaño de 15 cm por 15 cm o menos.
- Se homogeniza la muestra.
- Se hace uso de la técnica del cuarteo hasta obtener una muestra de 50 kg.
- Se clasifican los residuos, según categorías definidas.
- Se pesan los cilindros, según el tipo de residuos.
- Se saca un porcentaje (%) en base a peso.

Carga Contaminante

- Verificar si se trata de una muestra seca o húmeda
- Determinar el peso de la muestra.
- Clasificar la muestra según su composición física.
- Determinar el peso de cada componente. Preferiblemente en seco.
- Calcular la carga de cada elemento según su peso atómico.
- Simplificar la ecuación utilizando como base el nitrógeno (N) o el azufre (S).
- Escribir la ecuación (puede hacerse con datos secos o húmedos)

RESULTADOS

Analizando los diferentes tipos de residuos sólidos generados en el municipio de Santa Catarina Pinula, y haciendo uso de la metodología antes descrita se obtuvieron las siguientes composiciones físicas, ver Tabla II.

Tabla II. Composición física de los residuos sólidos

| Categorías | Doméstico (%) | Institucional (%) | Comercial (%) |
|-----------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Papel y cartón | 7.06 | 33.24 | 16.62 |
| Plástico | 6.56 | 9.02 | 24.20 |
| Pet | 1.68 | 3.38 | 2.92 |
| Restos de comida | 57.82 | 43.38 | 39.65 |
| Metales | 1.17 | 0.56 | 0.87 |
| Duroport | 0.47 | 3.38 | 1.46 |
| Textiles y hule | 6.36 | 0.56 | 1.75 |
| Vidrio | 2.40 | 0.28 | 0.29 |
| Papel Higiénico | 15.90 | 6.20 | 5.83 |
| Madera | 0.57 | 0.00 | 0.29 |
| Desechos electrónicos | ND | ND | 0.29 |
| Inertes | ND | ND | 5.83 |
| Residuos peligrosos | ND | ND | ND |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Tabla III. Peso por categorías de los residuos sólidos según su origen.

| Categorías | Doméstico (kg) | Institucional (kg) | Comercial (kg) | Total (kg) |
|-----------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------|
| Papel y cartón | 28.25 | 20.44 | 8.70 | 57.40 |
| Plástico | 26.25 | 5.55 | 12.67 | 44.46 |
| Pet | 6.73 | 2.08 | 1.53 | 10.33 |
| Restos de comida | 231.28 | 26.68 | 20.76 | 278.72 |
| Metales | 4.68 | 0.34 | 0.46 | 5.49 |
| Duroport | 1.87 | 2.08 | 0.76 | 4.71 |
| Textiles y hule | 25.45 | 0.34 | 0.92 | 26.71 |
| Vidrio | 9.61 | 0.17 | 0.15 | 9.93 |
| Papel Higiénico | 63.59 | 3.81 | 3.05 | 70.46 |
| Madera | 2.28 | 0.00 | 0.15 | 2.43 |
| Desechos electrónicos | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.15 |
| Inertes | 0.00 | 0.00 | 3.05 | 3.05 |
| Total | 400.00 | 61.50 | 52.35 | 513.85 |

Haciendo uso de los pesos de los diferentes tipos de residuos según su origen y multiplicando cada valor por los establecidos en la tabla I. Se determinó el peso de cada componente, según el tipo de residuo como se observa en la tabla IV, V, VI y VII.

Tabla IV. Pesos por componente origen domiciliar

| Categorías | Domiciliar | | | | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|
| | C | H | O | N | S |
| Papel y cartón | 12.43 | 1.67 | 12.60 | 0.08 | 0.06 |
| Plástico | 15.75 | 1.89 | 5.98 | 0.00 | 0.00 |
| Pet | 4.04 | 0.48 | 1.53 | 0.00 | 0.00 |
| Restos de comida | 111.02 | 14.80 | 86.96 | 6.01 | 0.93 |
| Metales | 0.21 | 0.03 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| Duroport | 1.12 | 0.13 | 0.43 | 0.00 | 0.00 |
| Textiles y hule | 14.00 | 1.68 | 7.94 | 1.17 | 0.04 |
| Vidrio | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.00 |
| Papel Higiénico | 27.98 | 3.75 | 28.36 | 0.19 | 0.13 |
| Madera | 1.13 | 0.14 | 0.97 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 187.72 | 24.58 | 145.03 | 7.48 | 1.15 |

Tabla V. Pesos por componente origen institucional

| Categorías | Intitucional | | | | |
|------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | C | H | O | N | S |
| Papel y cartón | 8.99 | 1.21 | 9.12 | 0.06 | 0.04 |
| Plástico | 3.33 | 0.40 | 1.26 | 0.00 | 0.00 |
| Pet | 1.25 | 0.15 | 0.47 | 0.00 | 0.00 |
| Restos de comida | 12.81 | 1.71 | 10.03 | 0.69 | 0.11 |
| Metales | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Duroport | 1.25 | 0.15 | 0.47 | 0.00 | 0.00 |
| Textiles y hule | 0.19 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | 0.00 |
| Vidrio | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Papel Higiénico | 1.68 | 0.22 | 1.70 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 29.51 | 3.86 | 23.18 | 0.78 | 0.16 |

Tabla VI. Pesos por componente origen comercial

| Categorías | Comercial | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | C | H | O | N | S |
| Papel y cartón | 3.83 | 0.51 | 3.88 | 0.03 | 0.02 |
| Plástico | 7.60 | 0.91 | 2.89 | 0.00 | 0.00 |
| Pet | 0.92 | 0.11 | 0.35 | 0.00 | 0.00 |
| Restos de comida | 9.96 | 1.33 | 7.80 | 0.54 | 0.08 |
| Metales | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Duroport | 0.46 | 0.05 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| Textiles y hule | 0.50 | 0.06 | 0.29 | 0.04 | 0.00 |
| Vidrio | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Papel Higiénico | 1.34 | 0.18 | 1.36 | 0.01 | 0.01 |
| Madera | 0.08 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| Desechos electrónicos | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Inertes | 0.80 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| Total | 25.60 | 3.27 | 16.92 | 0.63 | 0.11 |

Tabla VII. Pesos totales por componente

| Categorías | Total de residuos sólidos | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|
| | C | H | O | N | S |
| Papel y cartón | 25.25 | 3.39 | 25.60 | 0.17 | 0.11 |
| Plástico | 26.68 | 3.20 | 10.14 | 0.00 | 0.00 |
| Pet | 6.20 | 0.74 | 2.36 | 0.00 | 0.00 |
| Restos de comida | 133.79 | 17.84 | 104.80 | 7.25 | 1.11 |
| Metales | 0.25 | 0.03 | 0.24 | 0.01 | 0.00 |
| Duroport | 2.83 | 0.34 | 1.07 | 0.00 | 0.00 |
| Textiles y hule | 14.69 | 1.76 | 8.33 | 1.23 | 0.04 |
| Vidrio | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.00 |
| Papel Higiénico | 31.00 | 4.16 | 31.42 | 0.21 | 0.14 |
| Madera | 1.20 | 0.15 | 1.04 | 0.00 | 0.00 |
| Desechos electrónicos | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Inertes | 0.80 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| Total | 242.83 | 31.72 | 185.13 | 8.89 | 1.42 |

Una vez obtenidos los pesos por componente, se procedió a determinar la carga contaminante de cada elemento, en donde el peso obtenido se convierte a gramos y se divide entre el peso atómico de cada elemento, para luego simplificarlo con el valor obtenido del nitrógeno, como se puede observar en las tablas VIII, IX, X y XI.

Tabla VIII. Carga contaminante por componente, de los residuos domiciliarios.

| Componente | Peso (kg) | Peso atómico (g/mol) | Mol con Agua | Simplificado |
|------------|-----------|----------------------|--------------|--------------|
| Carbono | 187.72 | 12.00 | 15,643.50 | 29.28 |
| Hidrógeno | 24.58 | 1.01 | 24,340.93 | 45.57 |
| Oxígeno | 145.03 | 16.00 | 9,064.10 | 16.97 |
| Nitrógeno | 7.48 | 14.00 | 534.19 | 1.00 |
| Azufre | 1.15 | 32.00 | 35.92 | 0.07 |

Tabla IX. Carga contaminante por componente, de los residuos institucionales.

| Componente | Peso (kg) | Peso atómico (g/mol) | Mol con Agua | Simplificado |
|------------|-----------|----------------------|--------------|--------------|
| Carbono | 29.51 | 12.00 | 2,458.90 | 43.98 |
| Hidrógeno | 3.86 | 1.01 | 3,823.98 | 68.39 |
| Oxígeno | 23.18 | 16.00 | 1,449.05 | 25.92 |
| Nitrógeno | 0.78 | 14.00 | 55.91 | 1.00 |
| Azufre | 0.16 | 32.00 | 4.87 | 0.09 |

Tabla X. Carga Contaminante por componente, de los residuos comerciales.

| Componente | Peso (kg) | Peso atómico (g/mol) | Mol con Agua | Simplificado |
|------------|-----------|----------------------|--------------|--------------|
| Carbono | 25.60 | 12.00 | 2,133.62 | 47.17 |
| Hidrógeno | 3.27 | 1.01 | 3,241.37 | 71.66 |
| Oxígeno | 16.92 | 16.00 | 1,057.70 | 23.38 |
| Nitrógeno | 0.63 | 14.00 | 45.23 | 1.00 |
| Azufre | 0.11 | 32.00 | 3.57 | 0.08 |

Tabla XI. Carga contaminante total producida por los diferentes tipos de residuos sólidos.

| Componente | Peso (kg) | Peso atómico (g/mol) | Mol con Agua | Simplificado |
|------------|-----------|----------------------|--------------|--------------|
| Carbono | 242.83 | 12.00 | 20,236.03 | 31.85 |
| Hidrógeno | 31.72 | 1.01 | 31,406.29 | 49.43 |
| Oxígeno | 185.13 | 16.00 | 11,570.85 | 18.21 |
| Nitrógeno | 8.89 | 14.00 | 635.33 | 1.00 |
| Azufre | 1.42 | 32.00 | 44.35 | 0.07 |

Tabla XII Composición química de carga contaminante, según el tipo de residuo.

| Origen Residuos sólidos | Fórmula |
|-------------------------|--|
| Domiciliar | $C_{29.28}H_{45.57}O_{16.97}NS_{0.07}$ |
| Institucional | $C_{43.98}H_{68.39}O_{25.92}NS_{0.09}$ |
| Comercial | $C_{47.17}H_{71.66}O_{23.38}NS_{0.08}$ |
| Totales | $C_{31.85}H_{49.43}O_{18.21}NS_{0.07}$ |

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos y al análisis realizado de la carga contaminante de cada tipo de residuo sólido generado en el municipio de Santa Catarina Pinula, se puede afirmar que los residuos sólidos de origen domiciliario producen la menor contaminación al ambiente. En cambio la carga contaminante generada por los residuos sólidos de origen comercial e institucional es mayor, siendo la de origen comercial la que mayor grado de contaminación genera.

La alta carga contaminante generada por los residuos sólidos de origen institucional y comercial, se debe principalmente a los altos valores en las categorías de papel, cartón y plásticos, en relación con los residuos de origen domiciliario. Por lo cual por tratarse de residuos fácilmente aprovechables, se puede establecer el reciclaje como estrategia para reducir esta carga contaminante.

CONCLUSIONES

La carga contaminante que generan los diferentes tipos de residuos sólidos según sus orígenes son: domiciliario $C_{29.28}H_{45.57}O_{16.97}NS_{0.07}$, institucional $C_{43.98}H_{68.39}O_{25.92}NS_{0.09}$ y comercial $C_{47.17}H_{71.66}O_{23.38}NS_{0.08}$.

La carga contaminante total producida por los residuos sólidos en el municipio de Santa Catarina Pínula es $C_{31.85}H_{49.43}O_{18.21}NS_{0.07}$.

La mayor carga contaminante en Santa Catarina Pínula es producida por los Residuos sólidos de origen comercial.

BIBLIOGRAFÍA

ACURIO, G., et al, Sep. 1998. Diagnostico de La Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe, por, Serie Ambiental No. 18 BID, OPS/OMS.

KUNITOSHI, S., 1981. HDT 17: Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, CEPIS/OPS.

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; VIGIL, Samuel. Gestión integral de residuos sólidos, Volumen 1 y 2, McGraw-Hill, España, 1997.

GARCIA, Guillermo; apuntes de carga contaminante.