

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**"DETERMINACION DE LA GENERACION, CUANTIFICACION Y
COMPOSICION FISICA Y BIOQUIMICA DE LOS DESECHOS
SOLIDOS URBANOS DOMICILIARES GENERADOS EN EL
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR Y SU IMPACTO EN EL
AMBIENTE"**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
MANUEL EDGARDO RIVAS NOLASCO
Y
WILLIAM ORLANDO VAQUERADO HUEZO**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1997.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGIA



***“DETERMINACION DE LA GENERACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y
COMPOSICIÓN FÍSICA Y BIOQUÍMICA DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARES GENERADOS EN EL
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR Y SU IMPACTO EN EL
AMBIENTE”***

***TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
MANUEL EDGARDO RIVAS NOLASCO
Y
WILLIAM ORLANDO VAQUERADO HUEZO***

***PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA***

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1997.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**“DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN,
CUANTIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICA Y
BIOQUÍMICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS
DOMICILIARES GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN
SALVADOR Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

MANUEL EDGARDO RIVAS NOLASCO

Y

WILLIAM ORLANDO VAQUERANO HUEZO

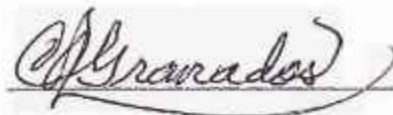
PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESORES: Ing. CARLOS EDUARDO MELÉNDEZ



Lic. CARLOS ANTONIO GRANADOS



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1997.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Dr. JOSÉ BENJAMÍN LÓPEZ GUILLÉN

SECRETARIO GENERAL

Lic. ENNIO ARTURO LUNA

FISCAL

Dr. HERNÁN VARGAS CAÑAS

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

Ing. JOSÉ FRANCISCO MARROQUÍN

DIRECTOR DE LA ESCUELA

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1997.

DEDICATORIA

A JESUCRISTO HIJO DE DIOS VIVO Y A LA VIRGEN MARÍA:

Por ayudarme en todo momento.

A MIS PADRES:

Leonor Nolasco de Rivas (Q.D.D.G.) y Manuel José Rivas, por sus esfuerzos en mi formación académica.

AMI ESPOSA:

Vilma Cárdenas de Rivas, por su ayuda, paciencia y comprensión.

AMISHIJOS:

María José, Áurea Priscila y Emmanuel Edgardo, por su amor e inocencia.

A MIS HERMANOS:

Jaime Antonio, José Ernesto y César Amilcar por su apoyo y consejos.

A MIS AMIGOS:

Edwing, Oscar y Hugo, por su solidaridad en todo momento.

DEDICATORIA**A DIOS TODOPODEROSO:**

Por ser mi guía en el camino de mi vida.

A MIS PADRES:

René Vaquerano Iraheta y Gertrudis Huevo de Vaquerano, por su orientación hacia la educación, profesionalismo y su ayuda incondicional en todo momento.

A MI ESPOSA:

Rosa Alicia Orellana de Vaquerano, por su ayuda, paciencia, comprensión e impulso en mis momentos de desánimo en la realización de este trabajo.

A MIS HIJOS:

William René y Orlando Antonio, por su amor, alegría, motivación y ayuda para culminar este trabajo.

A MIS HERMANOS:

René Eugenio y Herbert Edmundo, por su apoyo y motivación constante.

A MIS PRIMOS:

Amado Adalberto, Roberto Alfonso y Emmanuel José, por su estímulo a terminar mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

**A NUESTROS ASESORES Ing. CARLOS EDUARDO MELENDEZ Y
Lic. CARLOS ANTONIO GRANADOS:**

Por orientarnos profesionalmente, por su tiempo y consejos.

**A LOS Lic. GUILLERMO ERNESTO ESPINOZA, JOSÉ NILTON
MENJIVAR Y LA M.Sc. ANA MARTHA ZETINO:**

Por haber actuado como observadores en las defensas de este trabajo.

**A LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN SALVADOR Y LA
ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS):**

Por financiar parte del trabajo de campo y de laboratorio.

**AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA FACULTAD
DE CIENCIA AGRONÓMICAS:**

Por su dedicación al análisis de las pruebas de laboratorio.

A TODOS NUESTROS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Que de alguna forma ayudaron a realizar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

UES BIBLIOTECA FAC
C.C. N.N. Y MM

INVENTARIO: 19200485

Contenidos

Pag. No.

INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	6
RESULTADOS.....	14
DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAN ^o .	Pag. N ^o
1.- Mapa de ubicación.....	13
2.- Composición de la basura , Res. Capistrano	17
3.- Composición de la basura , Col. Miralvalle	18
4.- Composición de la basura, Col. Montserrat	19
5.- Análisis de laboratorio, Res. Capistrano	20
6.- Análisis de laboratorio, Col. Miralvalle	21
7.- Análisis de laboratorio, Col. Montserrat	22
8.- pH de residuos sólidos entre colonias	23
9.- Humedad de residuos sólidos entre colonias	24

10 .- Ceniza de residuos sólidos entre colonias	25
11 .- Materia orgánica de residuos sólidos entre colonias	26
12 .- Fósforo de residuos sólidos entre colonias	27
13 .- Nitrógeno de residuos sólidos entre colonias	28
14 .- Azufre de residuos sólidos entre colonias	29

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio de San Salvador ubicado en el departamento de San Salvador, localizado entre las coordenadas 130 40' 00" a 130 45' 00" Latitud Norte y 890 07' 30" a 890 15' 00" Longitud Oeste (Instituto Geográfico Nacional, 1988), ocupando una superficie de 72.25 Km², durante la época transicional lluviosa-seca, extrayéndose muestras en tres estratos socioeconómicos: alto (Residencial Capistrano de la Colonia Escalón), medio (Colonia Miralvalle) y popular (Colonia Montserrat), muestreando un promedio de ochenta unidades habitacionales por estrato, para lo cual se adaptaron las Normas Oficiales Mexicanas de Residuos Sólidos Municipales que se anexan a este documento, determinándose la generación per-cápita, peso volumétrico, selección y cuantificación de subproductos y la preparación de las muestras en el laboratorio para la determinación del pH, Nitrógeno Total, Materia Orgánica, Cenizas, Fósforo Total, Humedad y Azufre. Algunas de las normas utilizadas se les hicieron modificaciones, por enfrentar limitantes materiales y humanas. Este trabajo es de utilidad para para futuros estudios y/o proyectos a realizar como: reciclaje, compostaje, rellenos sanitarios, etc. lo cual da información de cantidades y composición de los residuos sólidos que tienen una influencia directa en la contaminación del suelo, agua y aire, lo cual tiene un impacto adverso en el ambiente, dañándose la salud de la población, la flora y la fauna que aún existe en



este municipio, incluso alcanzando dimensiones socio-políticas de consideración y que pueden empeorar de no tomar las medidas y políticas pertinentes en este campo.

INTRODUCCIÓN

El problema de la contaminación ambiental tiene en los desechos sólidos uno de sus componentes principales que afectan directa e indirectamente la salud humana y ambiental.

Deffis (1991) indica que, a nivel mundial se produce diariamente casi cuatro millones de toneladas de basuras domésticas urbanas e industriales, que con una densidad media de 200 Kg/m^3 equivalente a 20 millones de metros cúbicos, de los cuales, solo el 30 % de estos residuos se trata y el resto ya constituye un serio problema ecológico, higiénico, sanitario, político, social y económico; define que basura es todo objeto que ya no tiene ningún uso, lo que presupone un deseo de eliminarlo, ya que, no se le atribuye un valor para conservarlo. Indica también que la Real Academia Española define residuo como: lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa, parte o porción que queda de una cosa. También señala que los residuos domiciliarios se dividen en dos grandes grupos: los orgánicos, que son todos aquellos de origen biológico y que en algún momento tuvieron vida, como restos alimenticios y de plantas y los inorgánicos constituidos por papel, vidrio, plásticos, metales, etc. Señala que, la composición de los residuos sólidos varía de acuerdo al nivel de vida, la estación del año, los modos de vida de la población, las zonas de un país, la época del año y según el día de la semana, así, el crecimiento en el nivel de vida produce aumento de la basura con relación a los empaques, botes, plásticos, papeles y cartones, por el contrario, este factor

diminuye los residuos de alimentos, verduras, restos de carne, grasas y cenizas, por ejemplo, en Estados Unidos de América, los residuos inorgánicos son tres veces mayor que los producidos en México y los residuos orgánicos solo representan el 30% en tal país y en México llega al 50%.

PRIDE (1996), por su parte estima que El Salvador tiene una población aproximada de 5.4 millones y una densidad de población promedio de 240 habitantes por Km^2 . El 53% de la población salvadoreña es considerada urbana y el 46% rural, encontrándose la población urbana altamente concentrada en el departamento de San Salvador (1.667 hab/Km^2) el cual alberga el 29.3% de la población total del país. Los desechos no peligrosos incluyen desechos alimenticios, papel, plásticos, metales, vidrios, escombros de construcción y desechos no tóxicos procedentes de los procesos industriales. Los desechos nocivos son tóxicos, corrosivos o explosivos. Los desechos más peligrosos pueden ser generados por las industrias, sin embargo los hogares, el comercio, las oficinas y los hospitales pueden ser grandes fuentes generadoras formales e informales. Los problemas asociados con los desechos sólidos incluyen vectores portadores de enfermedades, patógenos, materia particulada, DBO, metano, desechos hospitalarios y químicos (industriales, plaguicidas, pinturas, agentes de limpieza, envases químicos, etc.), afectando la salud de los humanos a través del contacto directo con los patógenos y las sustancias tóxicas presentes en los mismos, tanto si son recolectados o no, así como indirectamente por medio de la contaminación de las aguas y el aire. Los olores, la basura amontonada en las

calles y la que esparce el viento afecta la calidad de vida de la población. Los ecosistemas acuáticos se ven afectados cuando los desechos sólidos entran en contacto con los mismos, pudiendo reducir las áreas naturales y afectar los ecosistemas terrestres al escogerse indiscriminadamente como vertederos. Por las características de densidad poblacional arriba mencionadas, la concentración en el departamento de San Salvador, en especial el municipio de San Salvador, todo lo descrito tiende a magnificarse por los limitantes de espacio, principalmente para los rellenos sanitarios que nadie los quiere cerca de su comunidad.

La misma fuente estima que un 70% de la población total, es decir, mas de 3.8 millones de habitantes no reciben el servicio de recolección de basura. Se estima que un 30% de los 262 municipios tiene algún programa de recolección y se calcula que en el área metropolitana de San Salvador se produce un promedio de 0.7 Kg. de basura por persona al día y en otras áreas es de 0.5 Kg. por habitante al día. También establece que, en San Salvador casi el 60% de los desechos sólidos generados se recolecta en forma regular y en otros municipios circunvecinos solo recogen el 37% de los desechos sólidos. En la zona rural el servicio de recolección de basura se considera inexistente. En San Salvador los desechos sólidos se depositan en un relleno considerado "mas higiénico" que los restantes del país (como el de Sensuntepeque y el de Sonsonate), pero, aún así no satisface las reglas de un relleno sanitario, principalmente el problema de la

Afirma este mismo autor que se calcula que en todo el país se generan anualmente 861,000 toneladas, de las cuales solo el 33% es recolectado. Y en el área metropolitana de San Salvador se generan anualmente 351,000 toneladas, de las cuales solo el 59% es recolectada. En el país no existe la separación de desechos reciclables y de desechos tóxicos y no tóxicos. Existen 7 hospitales estatales y 18 privados que diariamente producen 1,513 Kgs., incinerándose un tercio de los mismos y el resto se mezcla indiscriminadamente con los desechos municipales. Las industrias que típicamente generan desechos peligrosos en San Salvador son las de teñido/ textil, enchapados de metal y la farmacéutica, cuyos residuos no reciben tratamiento especial.

En El Salvador no existe información que documente el efecto que los desechos sólidos tienen en la salud humana, la calidad de vida o los ecosistemas, tampoco existe un organismo gubernamental central encargado de los desechos sólidos o de los desechos peligrosos.

ECOCIENCIA (1997) indica que en El Salvador existe una "crisis de basura", ya que en la mayoría de municipios los desechos sólidos son recogidos por las alcaldías y llevados a botaderos a cielo abierto, donde no reciben tratamiento adecuado, convirtiéndose en un ambiente propicio para diseminación de todo tipo de enfermedades.

Conocer la composición física y química de los desechos sólidos orienta la formulación de programas de educación ambiental, reducción, reciclaje, reuso, tratamiento de desechos peligrosos, disposición final, etc. Tales parámetros

sirven como medida de comparación con otros contaminantes químicos de otros países, para recomendar medidas de tratamiento de los mismos (Anexo 4).

Todo lo anterior justifica la realización de un estudio básico y confiable sobre la composición de los mismos, lo cual es de utilidad para formular propuestas de solución a este grave problema que afecta la salud humana y el equilibrio ambiental, como estableciéndose la siguiente hipótesis:

“La determinación de las características físicas y bioquímicas de los desechos sólidos domiciliarios del municipio de San Salvador son un punto de partida para establecer mecanismos básicos para un manejo integrado de los mismos, reduciendo con ello el impacto que tales desechos producen al ambiente”.

Para comprobarla , se establecieron los siguientes objetivos:

GENERAL: Determinar las características físicas y Bioquímicas de los desechos sólidos municipales domiciliarios que se generan en el municipio de San Salvador y su impacto en el ambiente.

ESPECÍFICOS: -Determinar la generación per-capita de desechos sólidos domésticos para los habitantes del municipio de San Salvador.

- Medir el volumen in situ que los desechos sólidos ocupan.
- Seleccionar y cuantificar los subproductos contenidos en los desechos sólidos municipales.
- Establecer un método de preparación de muestras para su análisis en laboratorio.

METODOLOGÍA

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo fue realizado en el municipio de San Salvador, del Departamento de San Salvador, el cual se localiza entre las coordenadas $13^{\circ}40'00''$ a $13^{\circ}45'00''$ Latitud Norte y $89^{\circ}07'30''$ a $89^{\circ}15'00''$ Longitud Oeste (Instituto Geográfico Nacional, 1988), ocupando una superficie de 72.25 Km^2 , realizándose la fase de campo en el mes de octubre de 1996 y la fase de laboratorio desde esa misma fecha hasta el mes de marzo de 1997.

Las zonas de muestreo de esta investigación se localizaron en la Residencial Capistrano de la Colonia Escalón (zona 1 o estrato alto), la Colonia Miravalles (zona 2 o estrato medio) y el Centro Urbano Montserrat (zona 3 o estrato popular) (Fig. 1), los cuales fueron identificados como estratos alto, medio y popular respectivamente, clasificación utilizada por UNIMER de El Salvador, empresa dedicada a los estudios de mercadeo.

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Para determinar las características físicas se utilizaron las Normas Mexicanas en materia de desechos sólidos, las cuales sufrieron modificaciones por limitantes de personal, material y equipo (anexo 1), las cuales fueron las siguientes:

Determinación de la

Generación: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-25-1985.

Método de Cuarteo: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15-1985.

Peso Volumétrico

“IN SITU”: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19-1985.

Selección y Cuantificación

de Subproductos: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-22-1985.

Preparación de muestras

en Laboratorio para su

análisis: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52-1985.

Se inició con la capacitación de 4 recolectores de basura y un motorista del servicio de aseo público de la alcaldía de San Salvador durante una semana, en la cual se hizo énfasis en el manejo de la cédula de encuesta de campo para el muestreo de generación de residuos sólidos, según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985, así como el manejo de términos más comunes utilizados en materia de desechos sólidos, según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91-1987 (anexo 1). Se incluyó en esta etapa ensayos para el uso correcto de básculas y balanzas, unidades de medida, registro de datos en el campo y

método de cuarteo tal como lo señala la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15-1985 (anexo 1).

Simultáneamente a lo anterior, se procedió a adquirir bolsas plásticas, etiquetas, marcadores, papel, balanza, molino, tijeras y guantes.

En la fase de campo se procedió al registro e identificación de las unidades residenciales y el número de habitantes de las mismas, obteniéndose 76 casas para el estrato alto, 82 para el estrato medio y 81 para el estrato popular, a los cuales se les entregó una bolsa plástica, la cual se recogía al día siguiente con la basura generada el día anterior y se entregaba una nueva , a la bolsa recolectada cada día se le colocaba una etiqueta de identificación y se pesaba en el lugar, tal como lo señala la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985 (anexo 1).

Una vez colectadas todas las bolsas con la basura, se llevaban al edificio en construcción de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, donde previamente se había preparado un área como lo indica la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15-1985 . Siguiendo esta misma norma, se aplicó el método de cuarteo para determinar la selección y cuantificación de subproductos, utilizándose para este último rubro los formatos de control que la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) utilizó en el Proyecto Piloto de Recolección Manual de Residuos Sólidos Urbanos, realizado en el municipio de Cojutepeque en 1996 (anexo 2), debido a limitantes de personal.

Para determinar el peso volumétrico "in situ" se aplicó la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19-1985 y para la preparación de muestras de laboratorio para su análisis se siguió lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52-1985 (anexo 1).

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Una vez obtenidas las muestras para su análisis en laboratorio, fueron conducidas hacia el departamento de química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de esta universidad, donde se realizaron 7 determinaciones de la composición química de cada una de las 3 muestras, utilizándose para tal fin las Normas Oficiales Mexicanas (anexo 1), las cuales fueron las siguientes:

pH:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-25-1984.
Humedad:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-16-1984.
Cenizas:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-18-1884.
Mat. Orgánica:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-21-1985.
Fósforo:	Norma Oficial Mexicana DGN-AA-32-1976.
Nitrógeno:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-24-1984.
Azufre:	Norma Oficial Mexicana NOM-AA-92-1984.

Otras pruebas que originalmente estaban programadas para realizarse tales como relación carbono/nitrógeno, % de oxígeno en materia orgánica y determinación de poder calorífico, no se pudieron realizar por carencia de reactivos, instrumental y equipo, tal como ocurrió con la determinación de

fósforo, para lo cual se utilizó la marcha que utiliza dicho departamento de química, la cual también se anexa.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un muestreo aleatorio del tipo conglomerados, los cuales se identificaron como estratos alto, medio y popular, de los cuales se seleccionó al azar uno por cada conglomerado, los cuales formaron la muestra, ya que, cada elemento de la misma tenían las características de ser elementos físicamente próximos entre sí.

Durante 7 días se extrajo una muestra de cada casa a la cual se le calculó su media aritmética, según lo indica Bonilla (1993), a través de la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

En donde:

\bar{X} = Media aritmética

$\sum Xi$ = Sumatoria de valores de cada variable estudiada

N = Número de valores.

Con tales resultados se pasó a determinar la generación per-cápita en Kilogramos/Habitante/Día, extrayéndose posteriormente a cada estrato su media aritmética, con lo cual se determinó la producción per-cápita según la siguiente

fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum fX_i}{N}$$

En donde:

\bar{X} = Media aritmética

$\sum fX_i$ = Sumatoria de frecuencia de clase

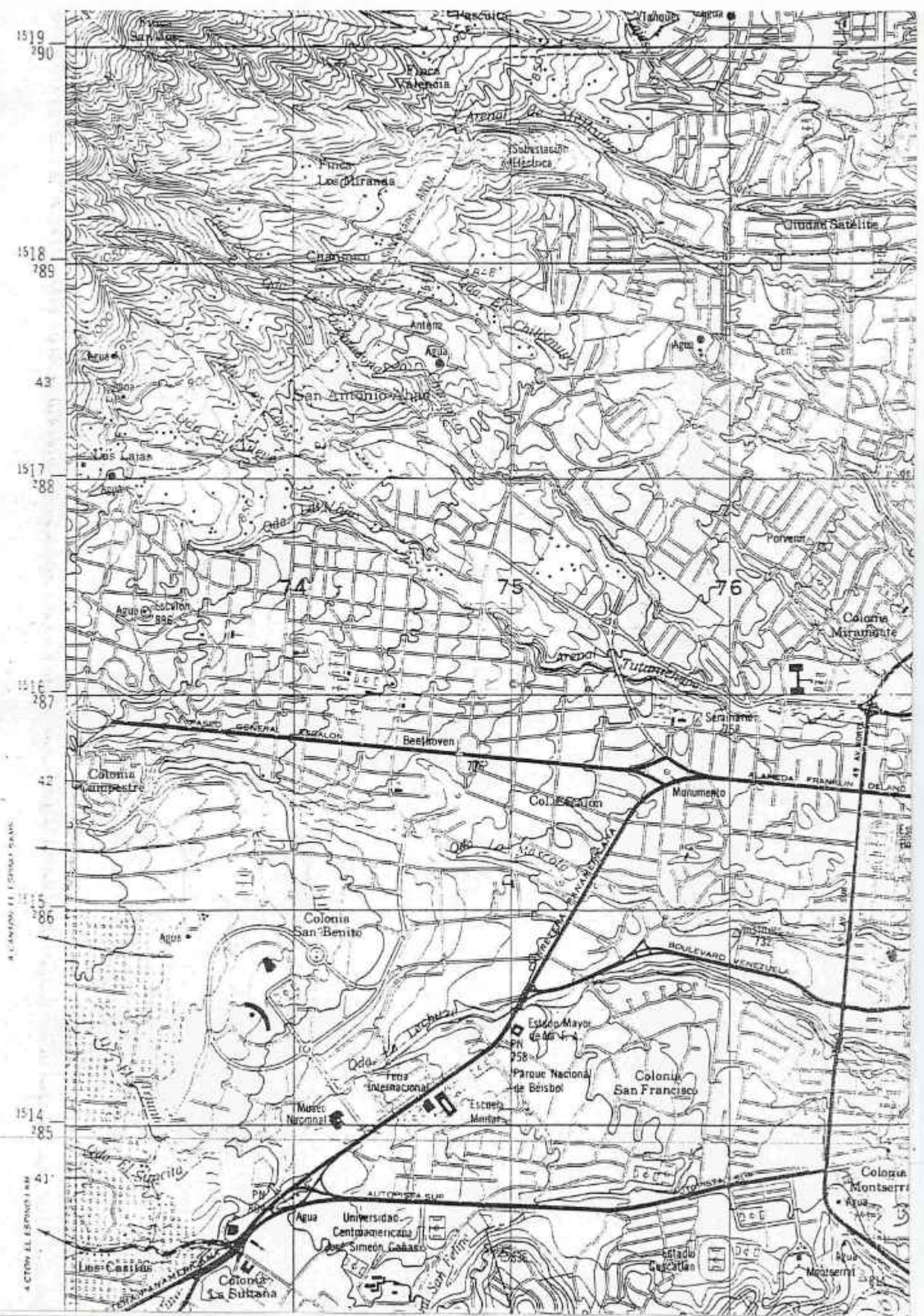
N = Número de valores.

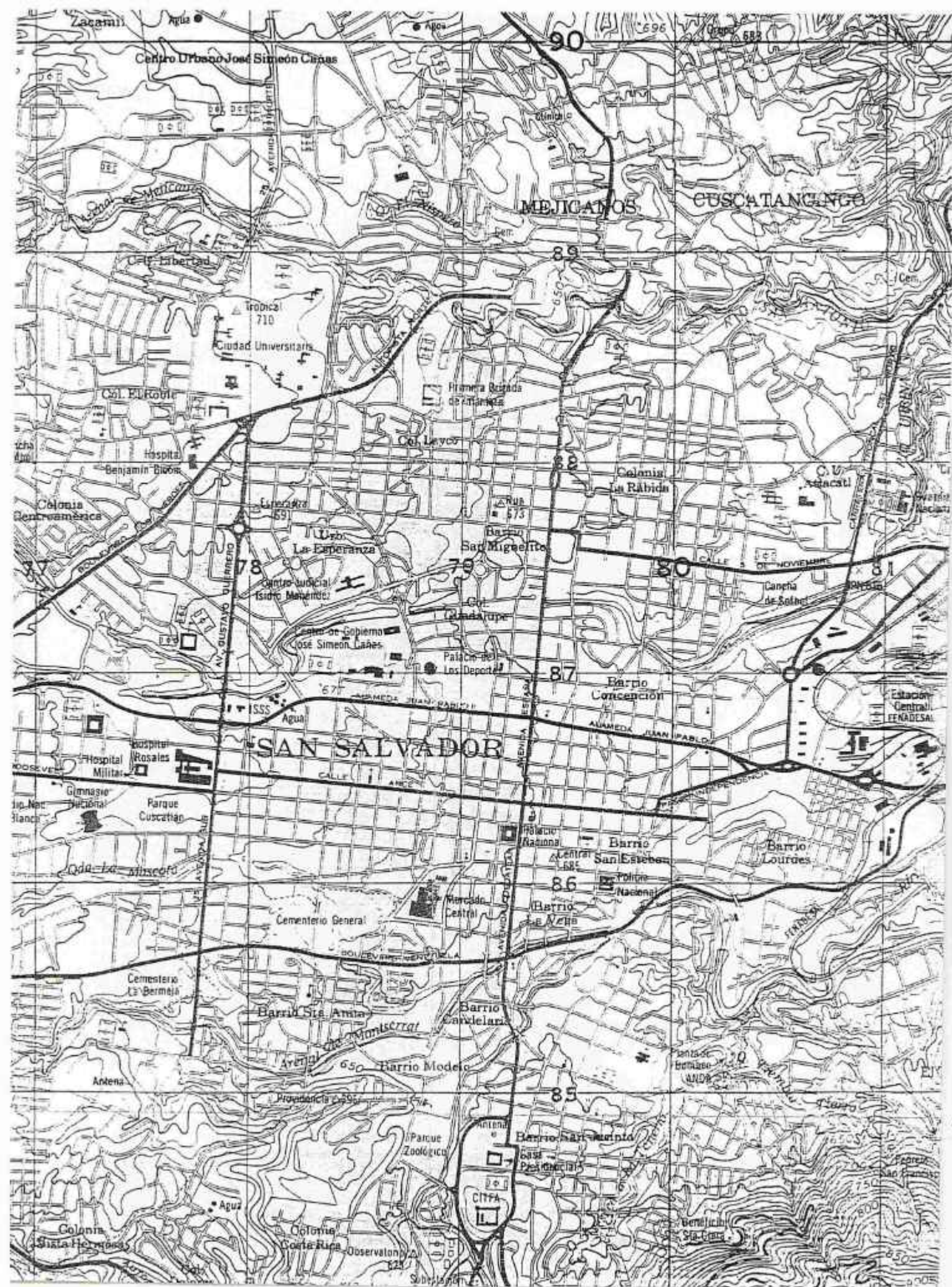
Posterior a la determinación de los cálculos anteriores se aplicó lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM- AA- 69- 1985, determinándose lo siguiente:

- a) El riesgo " α " fue de 0.10 para una premuestra " n " = 80.
- b) Como el tamaño de la premuestra " n " fue mayor al de la muestra " n_t ", dicho valor se tomó como el tamaño real de la muestra, lo cual elevó el nivel de confianza del muestreo.
- c) El análisis de confiabilidad demostró que la media muestral no difiere de la media poblacional, por lo que, los estadísticos de la muestra pueden ser tomados como parámetros del universo de trabajo.

d) Como se comprobó que la media poblacional estimada para cada estrato socioeconómico es igual a las medias poblacionales estimadas para los demás estratos socioeconómicos en que se subdividió la población muestreada, no fue necesario realizar la prueba de la razón de la varianza (F)

FIG. 1 MAPA DE UBICACIÓN







RESULTADOS

GENERACIÓN PER-CÁPITA

De las 3 zonas seleccionadas se logró determinar que la producción per-cápita para cada una de ellas fue de 0.86 Kg./Hab./Día para el estrato alto, 0.85 Kg./Hab./Día para el estrato medio y 0.49 Kg./Hab./Día para el estrato popular.

PESO VOLUMÉTRICO " IN SITU "

El peso volumétrico de los residuos sólidos en estudio para cada zona fueron los siguientes:

Estrato Alto	(zona 1)	: 138.44 Kg./M ³
Estrato Medio	(zona 2)	: 154.55 Kg./M ³
Estrato Popular	(zona 3)	: 169.10 Kg./M ³

Tales resultados son para desechos sólidos sin compactar.

SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

La composición en % para el estrato alto (zona 1) fue la siguiente:

INERTES	:	3.14
MATERIA ORGÁNICA	:	59.80
METALES	:	3.23
PAPEL Y CARTÓN	:	16.95
PLÁSTICOS	:	10.68
TELAS Y CUEROS	:	1.10
VIDRIOS	:	<u>4.90</u>
TOTAL		99.80

En el estrato medio (zona 2) la composición encontrada fue:

INERTES	:	2.65
MATERIA ORGÁNICA	:	66.42
METALES	:	1.34
PLÁSTICOS	:	9.02
PAPEL Y CARTÓN	:	16.30
TELAS Y CUEROS	:	0.69
VIDRIOS	:	<u>3.54</u>
TOTAL		99.96

Para el estrato popular (zona 3), se encontró la siguiente composición:

INERTES	:	2.10
MATERIA ORGÁNICA	:	54.80
METALES	:	2.10
PAPEL Y CARTÓN	:	16.60
PLÁSTICOS	:	12.40
TELAS Y CUEROS	:	2.90
VIDRIOS	:	<u>8.70</u>
TOTAL		99.60

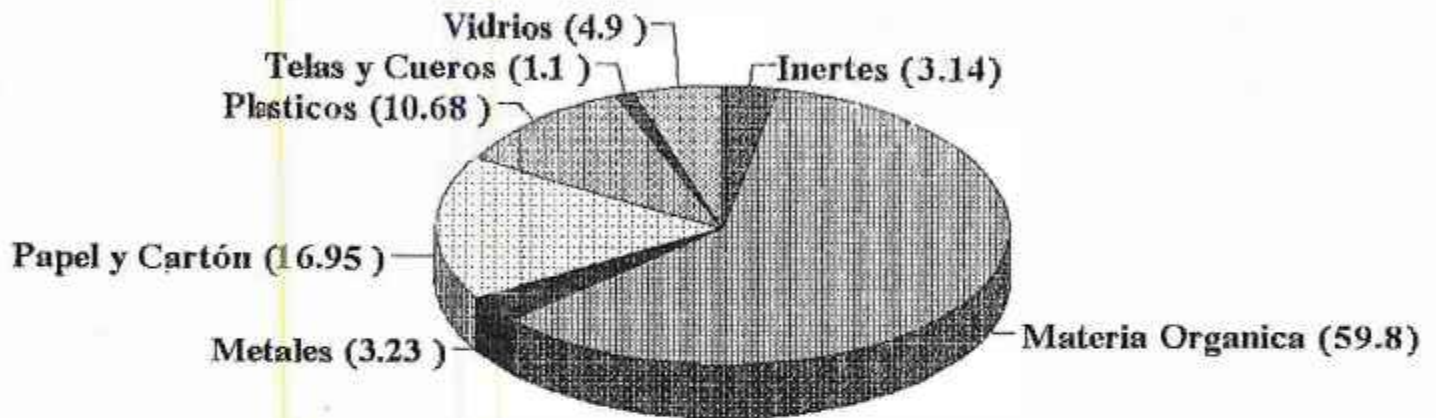
Lo anterior se puede observar por medio de gráficos de pastel en las figuras 2,3 y 4 respectivamente.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los resultados de las pruebas de laboratorio obtenidos para las determinaciones de pH, humedad, cenizas, materia orgánica, fósforo, nitrógeno y azufre para las tres zonas en estudio fueron los siguientes:

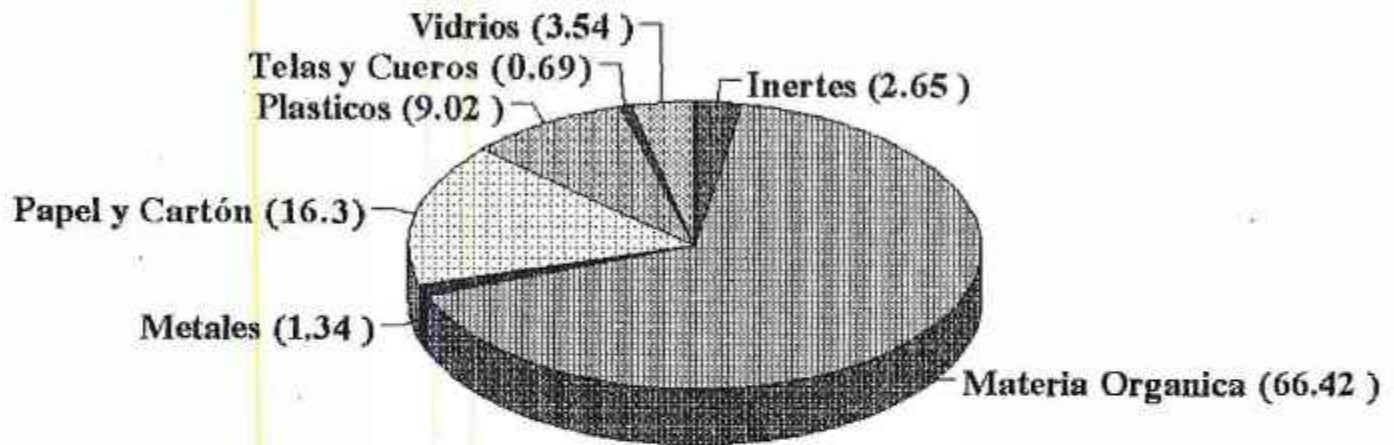
	zona 1	zona 2	zona 3
pH	6.40	6.35	5.35
Humedad	58.35%	68.51%	66.37%
Cenizas	31.11%	28.72%	26.62%
Materia Orgánica	43.87%	49.58%	57.38%
Fósforo	5.34%	2.85%	3.04%
Nitrógeno	1.68%	1.61%	1.82%
Azufre	3.83%	2.72%	2.65%

La composición para cada una de las zonas estudiadas puede observarse en las figuras 5,6 y 7 y la comparación con cada una de las determinaciones se pueden evidenciar en las figuras de la 8 a la 14.



Composicion de la Basura Residencial Capistrano (Zona 1)

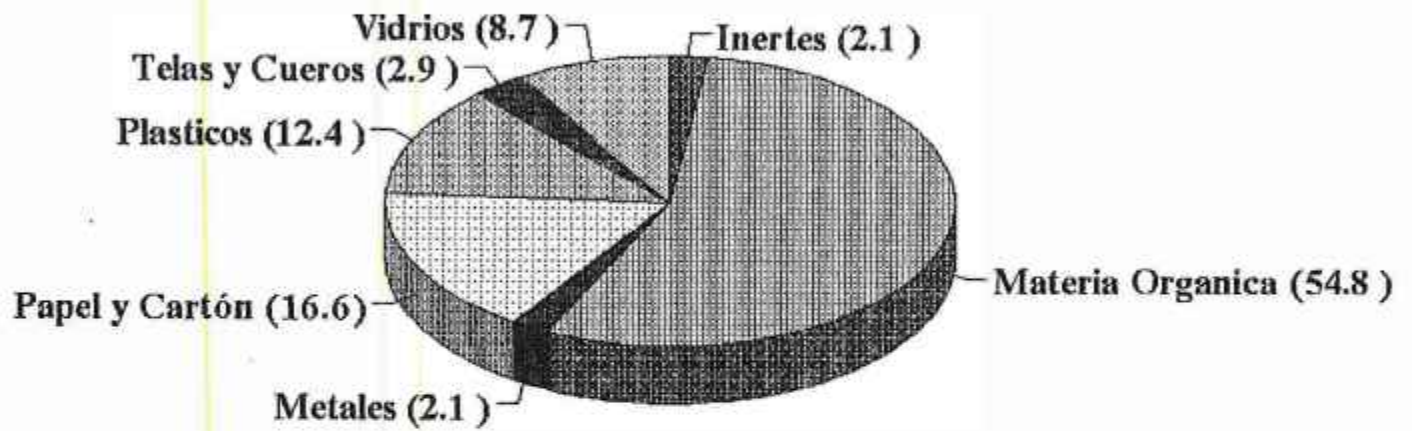
FIG. 2



Composición de la Basura

Colonia Miralvalle (Zona 2)

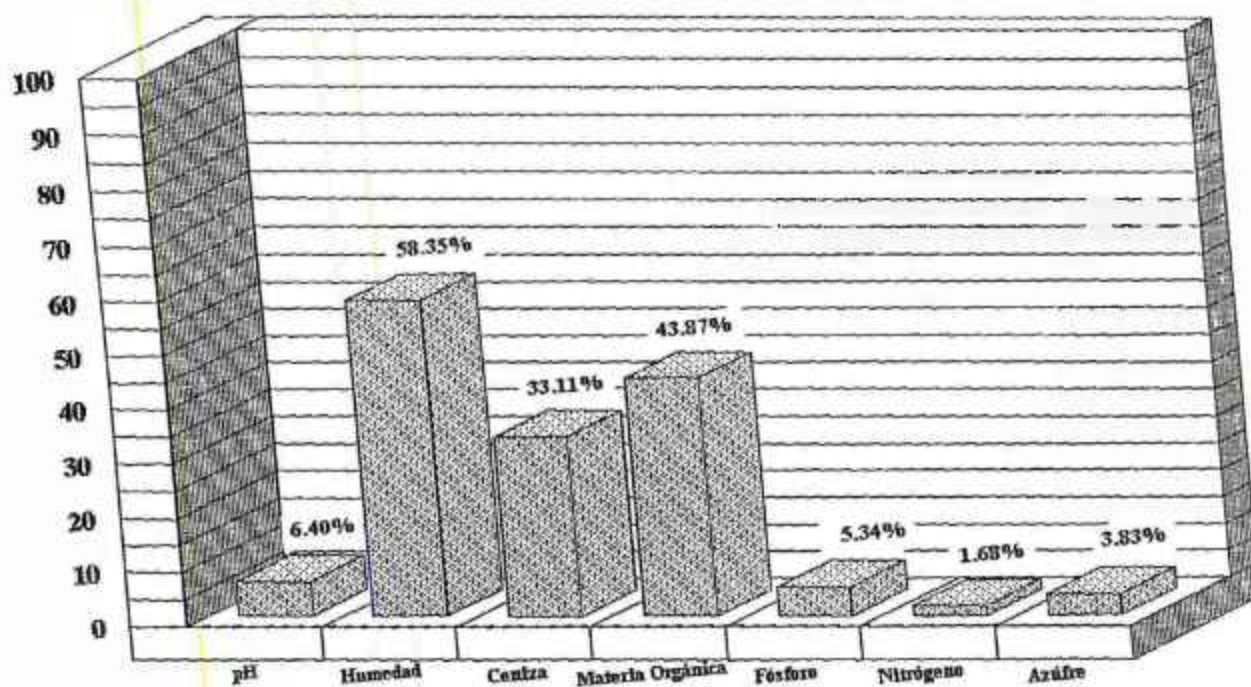
FIG. 3



Composición de la Basura

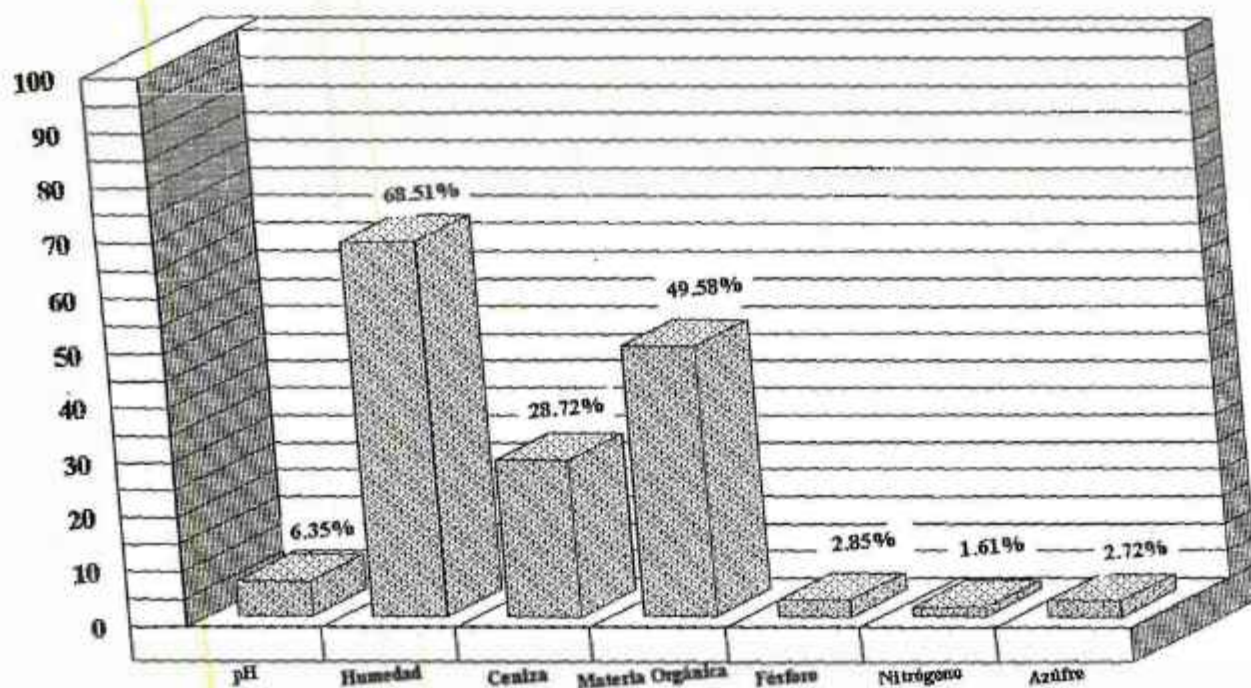
Colonia Monserrat

FIG. 4



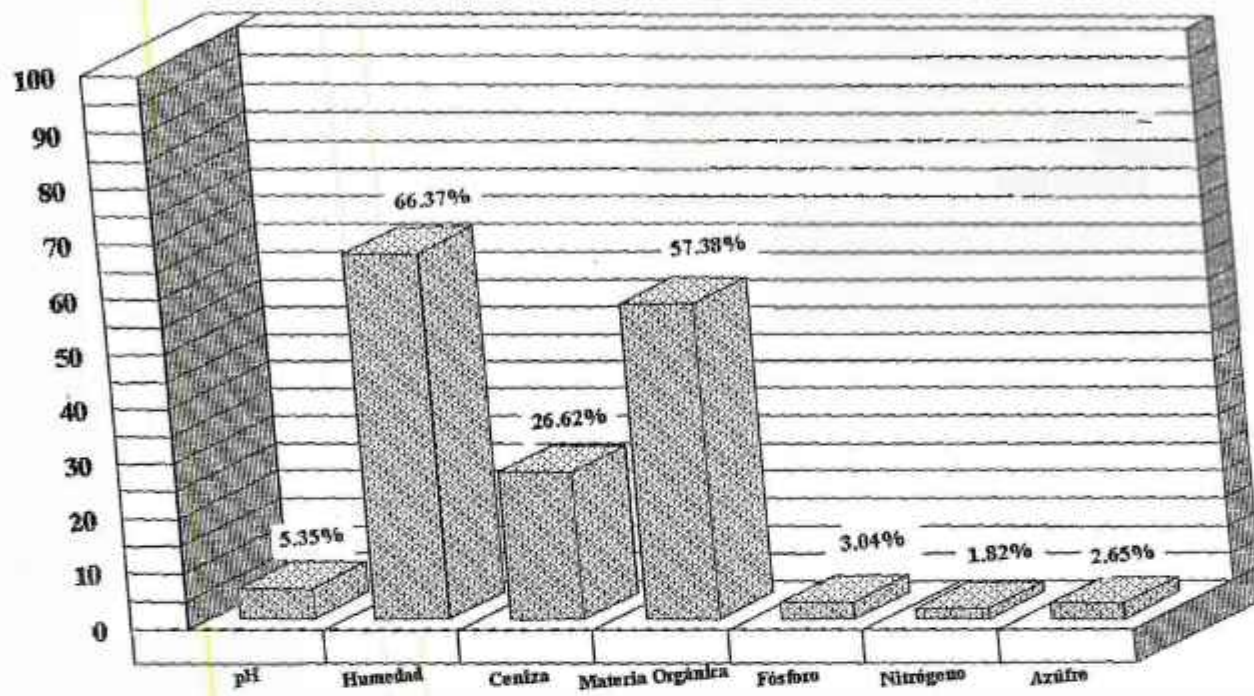
**Análisis de Residuos Sólidos Municipales
Colonia Escalon**

FIG 3



**Análisis de Residuos Sólidos Municipales
Colonia Miravalles**

FIG. 6



**Análisis de Residuos Sólidos Municipales
Colonia Monserrat**

1992

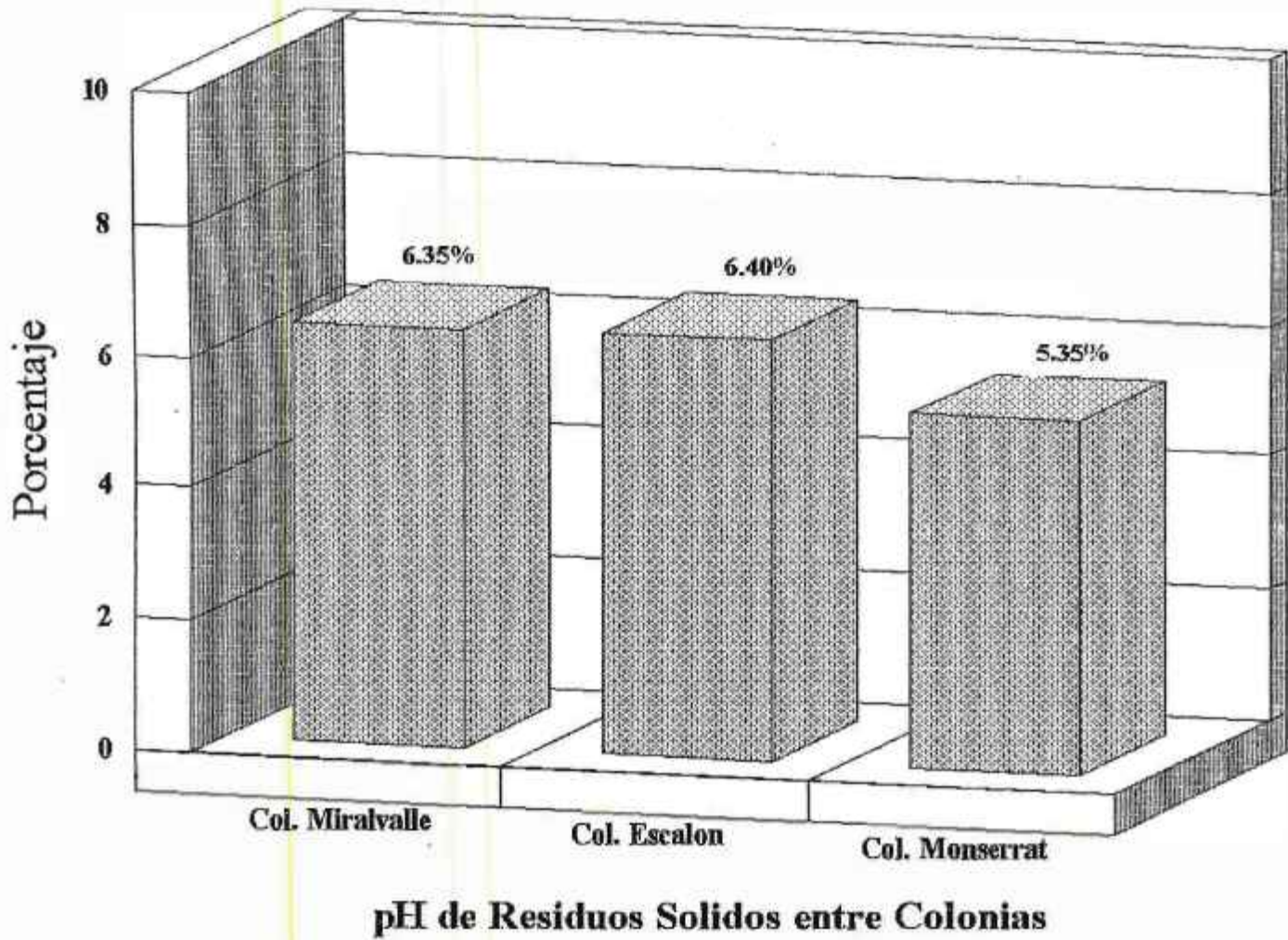
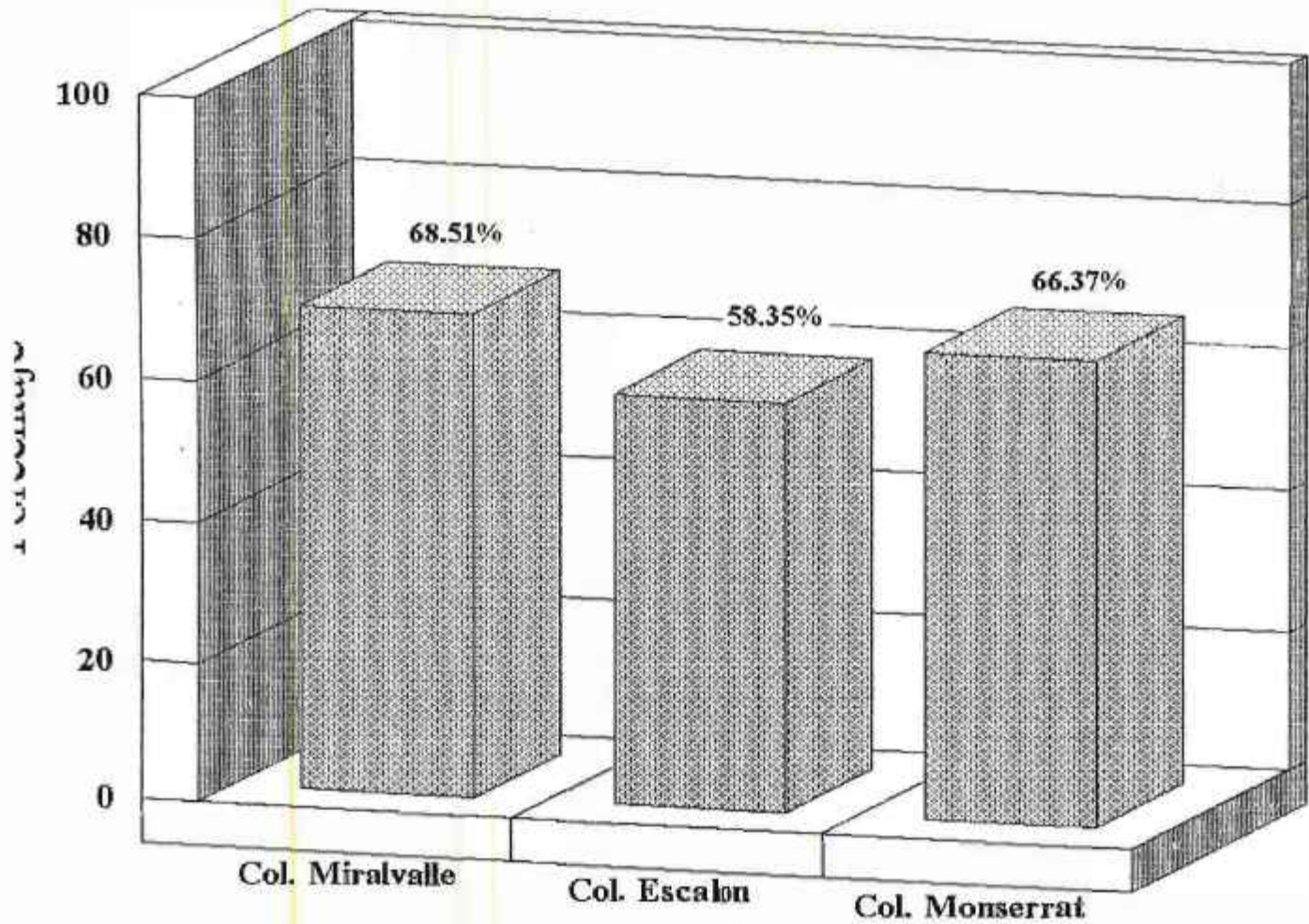


FIG. 8



Humedad de Residuos Solidos entre Colonias

FIG. 9

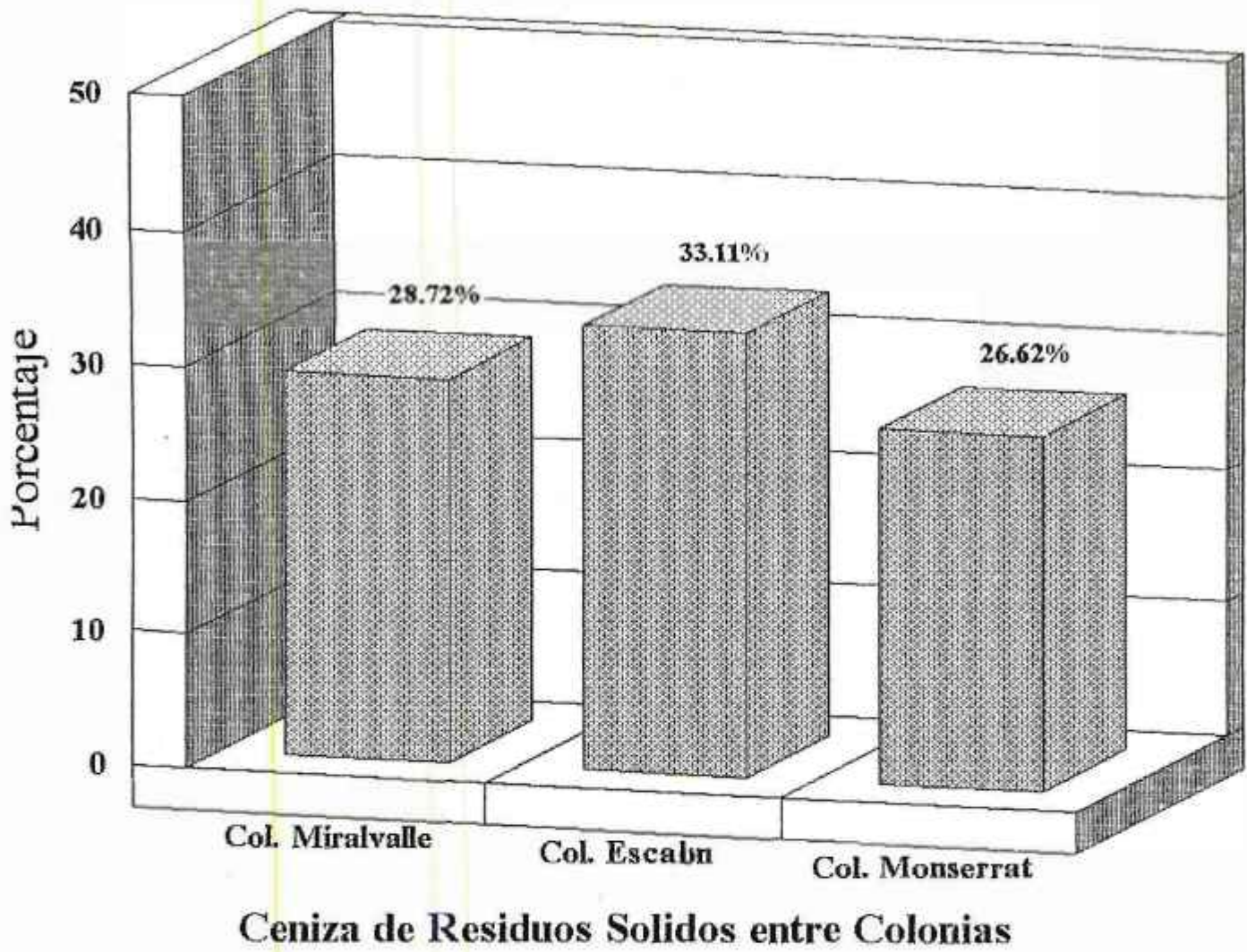
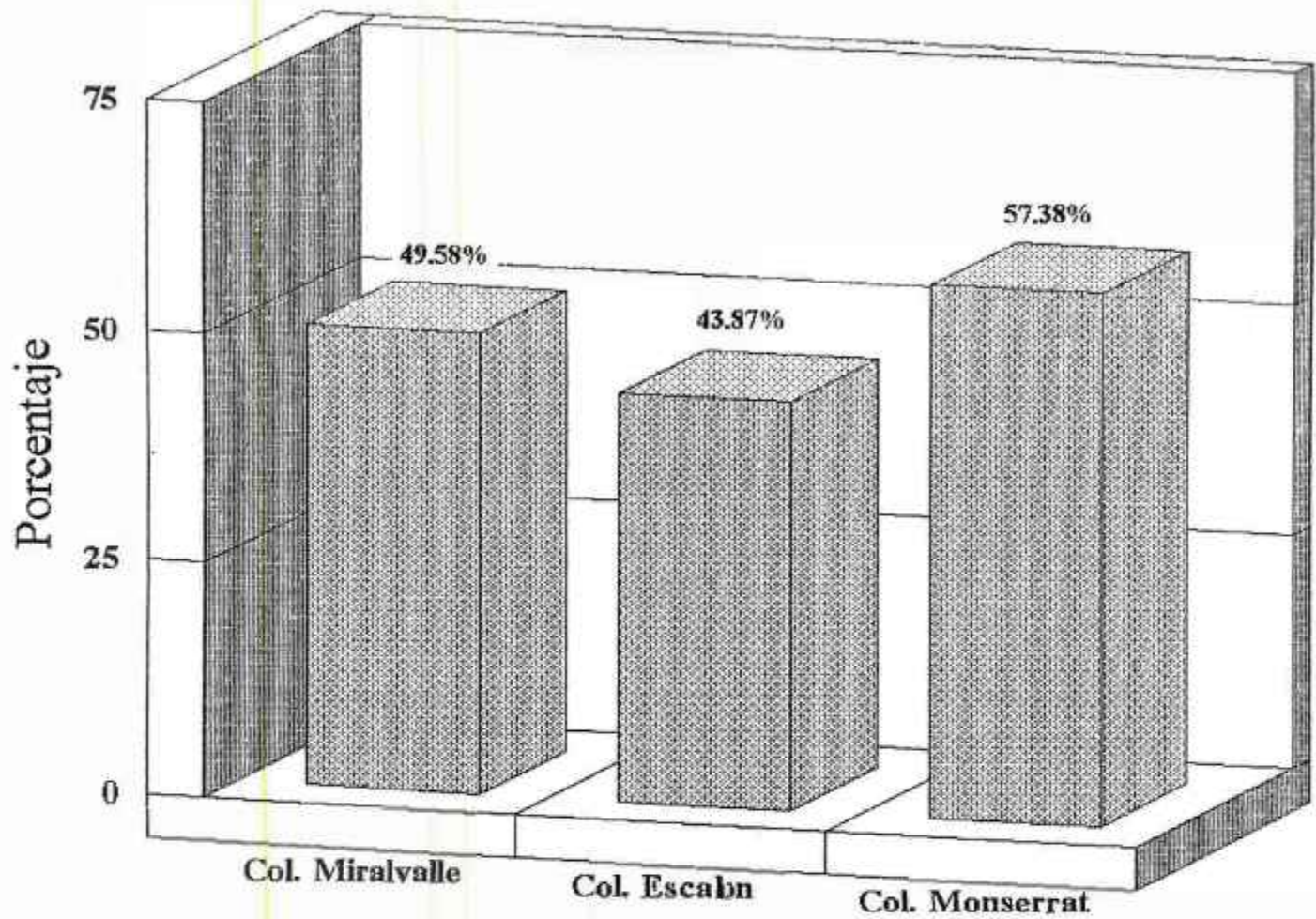
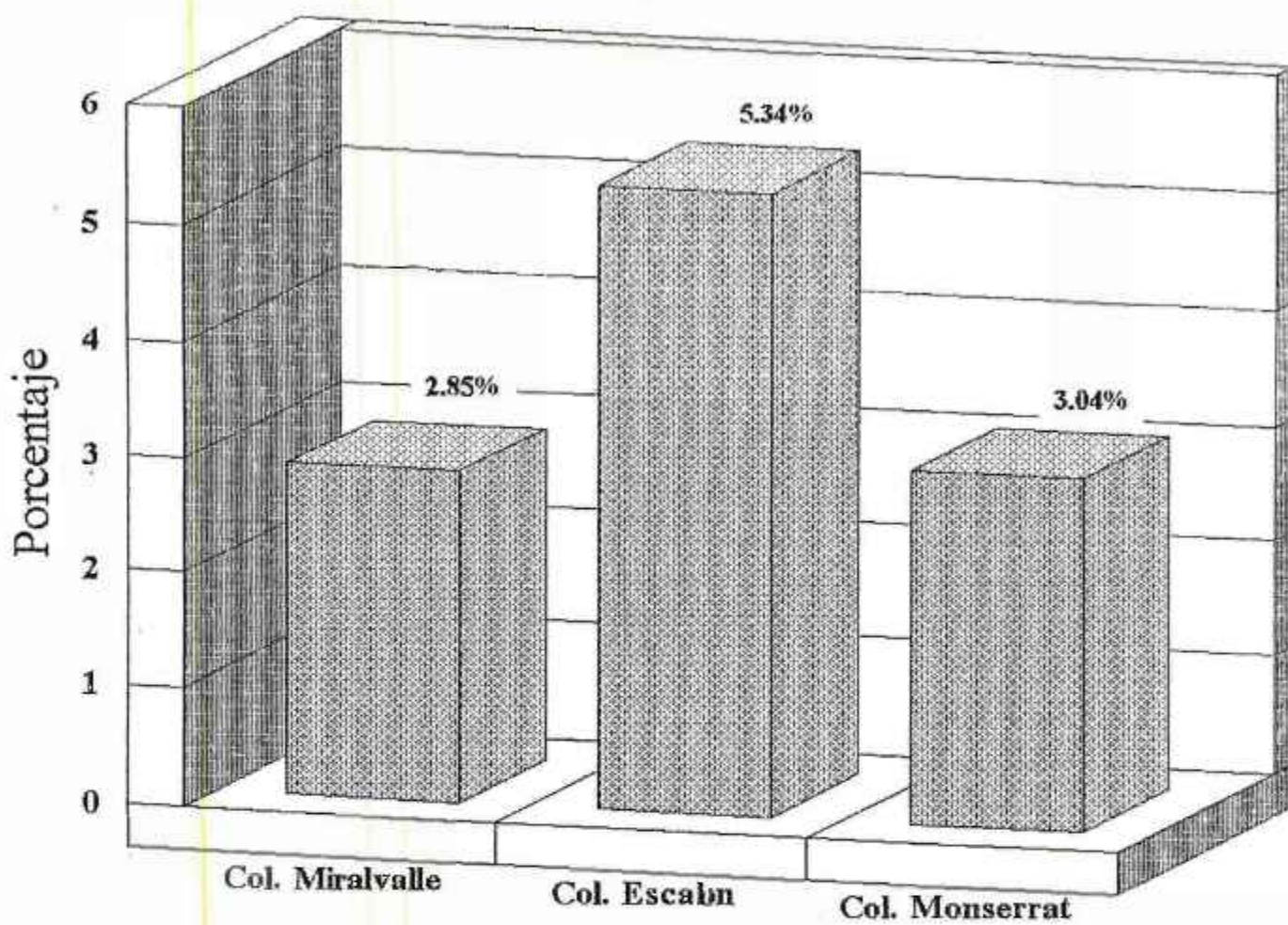


FIG. 10



Materia Orgánica de Residuos Sólidos entre Colonias

FIG. 11



Fósforo de Residuos Sólidos entre Colonias

173.12

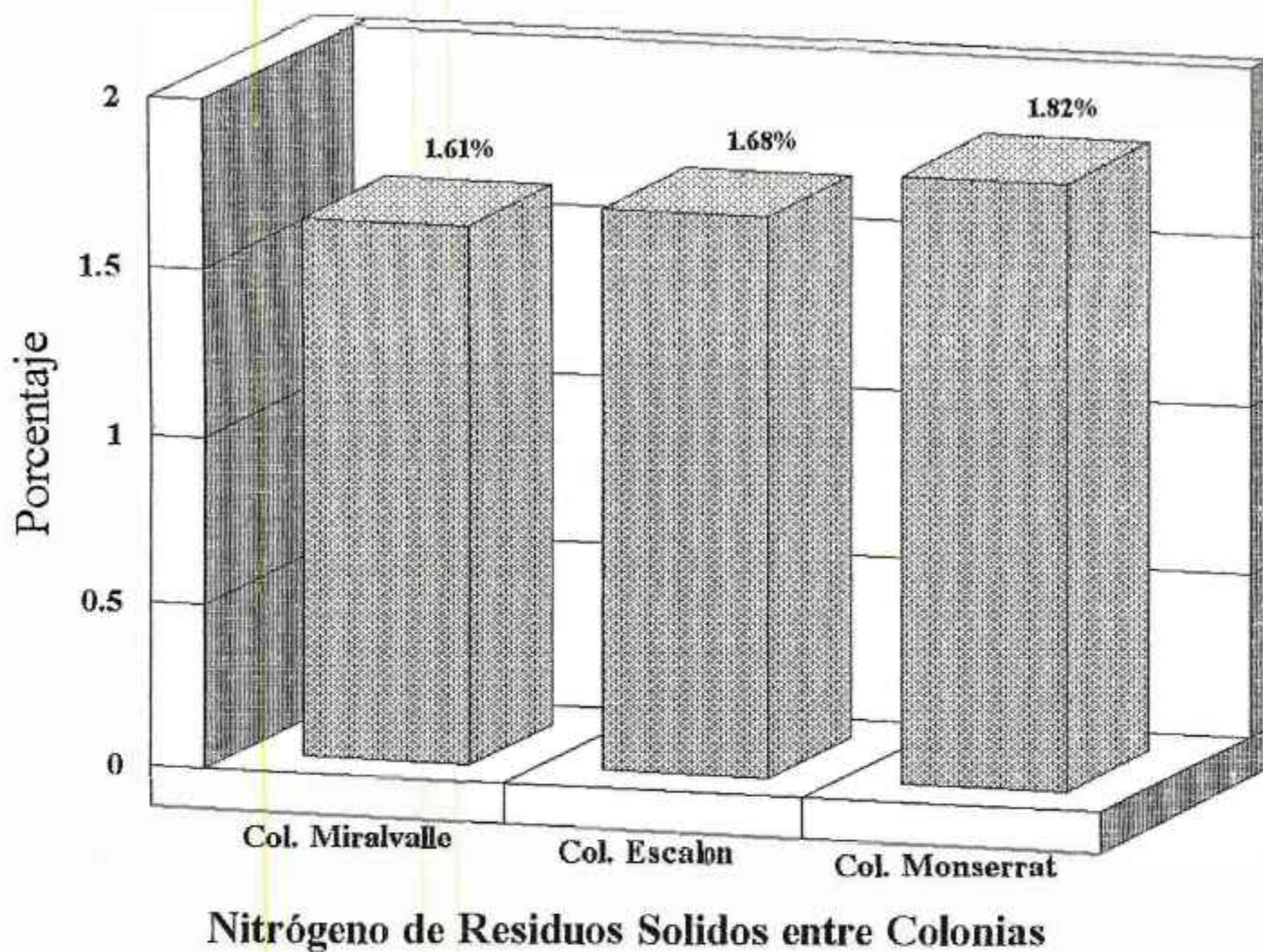
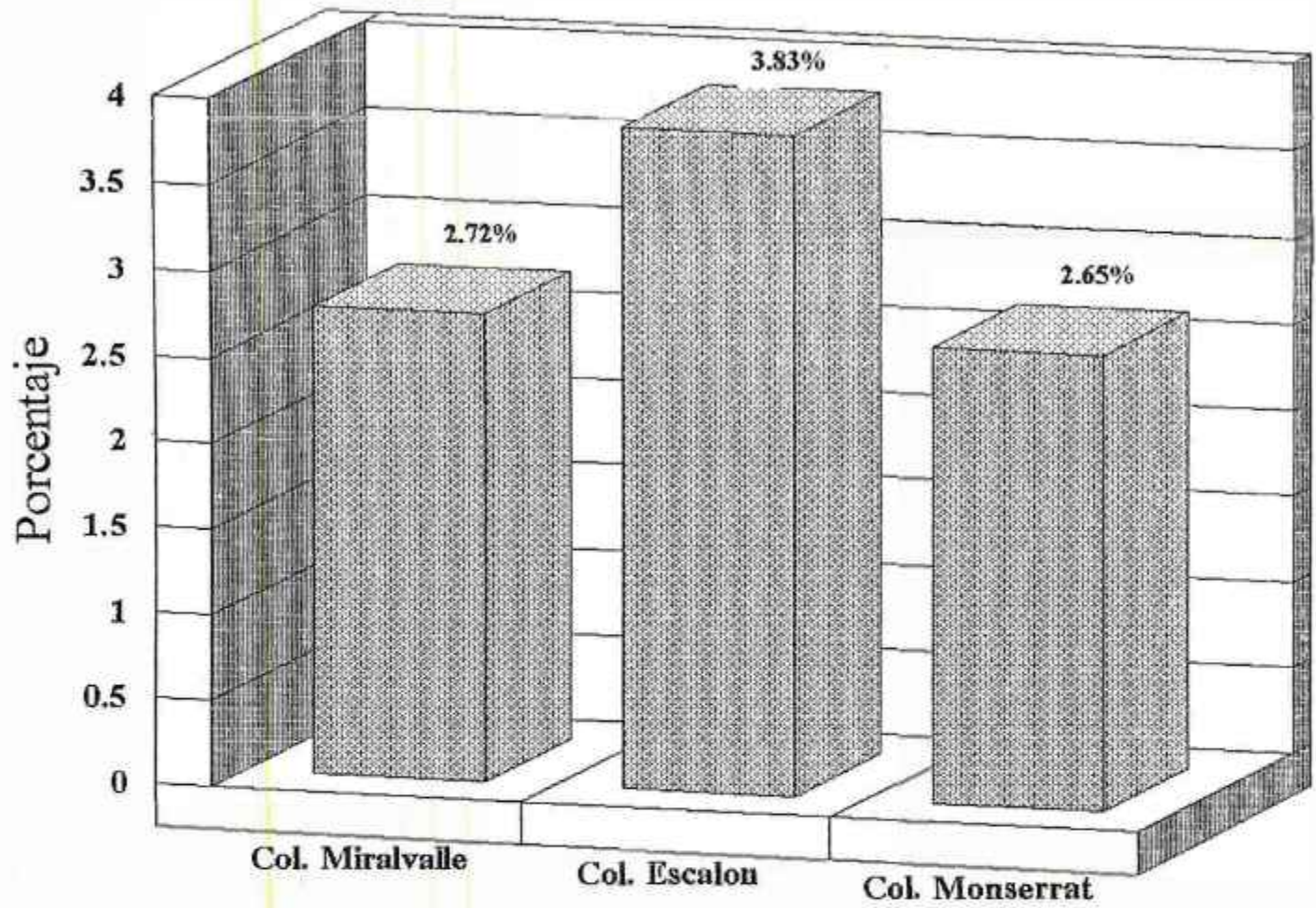


FIG. 13



Azúfre de Residuos Solidos entre Colonias

FIG. 14.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

GENERACIÓN PER-CÁPITA.

De acuerdo a Pedrosa (1988), la generación per-cápita de desechos sólidos en San Salvador y según el nivel de ingreso económico, la clase alta generaba 0.70 Kg./Hab./Día, la clase media 0.55 Kg./Hab./Día y la clase baja 0.54 Kg./Hab./Día. Por su parte, Umaña (1994), estima tal generación en 0.6 Kg. por persona por día, lo cual coincide bastante con las estimaciones hechas por Zepeda (1995) quien en estimaciones hechas para Latinoamérica calcula que la generación de basura en San Salvador es de 0.680 Kg./Hab./Día, lo cual contrasta con lo estimado por PRISMA (1995) que reporta una generación de 1.12 Kg./Hab./Día y quien a su vez indica que se ha basado en datos brindados por la alcaldía Municipal de San Salvador, de los datos anteriores, únicamente lo reportado por Pedrosa, podría tomarse como término de comparación con este trabajo porque es el único que señala con claridad que tomó en cuenta el nivel socioeconómico para estimar la generación, aunque tales cantidades actualmente se han incrementado en 0.16, 0.30 y 0.06 Kg./Hab./Día para las clases alta, media y popular respectivamente, lo cual se observa en los resultados de la generación per-cápita reportados en este documento.



Lo anterior demuestra con claridad, que las cantidades de basura generadas están relacionadas directamente con el nivel de ingreso económico.

Esto no quiere desvirtuar las otras valoraciones, al tener datos subestimados o sobrestimados, sino que, tales datos no indican si incluyen otras fuentes de generación, como las provenientes de mercados, barrido de calles, desechos hospitalarios e industriales, etc. Además de tenerse otros factores que hacen variar tales cantidades, entre las que se tienen, la época del año, fiestas, actividad económica principal de la localidad, densidad poblacional, etc.

PESO VOLUMÉTRICO

Pedrosa (1988), señala que en 1978 la basura de San Salvador presentaba un peso específico aparente sin compactar de 250 Kg./M^3 para 1981, tal peso habría disminuido a 237.9 Kg./M^3 y para 1985, adopta un promedio de 200 Kg./M^3 con el objeto de facilitar cálculos, teniéndose en este estudio valores menores, pero, no se puede atribuir que existirá siempre una baja, sino que, al momento de recolectar y transportar los desechos sólidos se da cierto grado de compactación por causas físicas, lo cual ocurre a la inversa en los botaderos y promontorios donde la basura es lanzada y posteriormente dispersada por distintos agentes, ocupando así mucho espacio.

En este trabajo se tuvo el cuidado de no compactar las bolsas que contenían los desechos en estudio, para evitar distorsiones en los datos de volumen, así como

el de utilizar un recipiente con forma cilíndrica, para evitar cálculos extras innecesarios. También, el hecho de haber determinado un peso volumétrico máximo de 169.10 Kg/ M^3 y conocer su composición, hace más confiable este dato y puede identificarse con claridad qué elementos encontrados en la basura presentan mayor peso volumétrico. Esto también tiene diversas razones, entre las que resalta el cambio de hábitos de consumo de la población, al sustituir por papel, cartón y plástico recipientes y empaques que anteriormente eran de metal, madera y vidrio. Otro factor incidente es el de reportar estos datos para la época transicional lluviosa-seca, en la cual, la humedad ambiental y precipitación pluvial tiende a disminuir, lo cual a su vez influye en el peso de los desechos recolectados.

Es de hacer notar que, los datos con que se han comparado estos resultados, no indican en qué época del año fueron realizados tales cálculos, como tampoco especificar el origen que tienen tales residuos, ya que, en este caso, se han calculado pesos volumétricos estrictamente para desechos domésticos.

SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Pedrosa (1988), presenta la siguiente composición promedio de la basura de San Salvador para los años de 1981 y 1985 (PORCENTAJES EN PESO):

COMPONENTES	1981 (%)	1985 (%)
PAPEL	20.34	14.41
CARTÓN	8.61	4.34
METALES	4.72	0.80
PLÁSTICOS	5.76	5.15
PLÁSTICO ENDURECIDO	—	0.99
VIDRIOS	1.67	0.76
TRAPOS	4.73	4.15
MADERA	2.19	0.38
RESTOS ALIMENTICIOS	25.13	7.89
FOLLAJE	12.77	5.96
TIERRA	11.52	0.54
CAUCHO Y CUERO	2.96	—
CERÁMICA	—	0.34
HUESO	—	0.52
VERDURAS Y FRUTAS	—	28.56
PIEDRA	—	0.04

Por su parte, Zepeda (1995), determina que la composición de la basura para El Salvador (% EN PESO) es la siguiente:

CARTÓN Y PAPEL	18.0
METALES	0.8
VIDRIO	0.8
TEXTILES	4.2
PLÁSTICOS	6.1
ORGÁNICOS	43.0
OTROS	27.1

También se tiene que, la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-22-1985 (anexo 1), indica que la composición de los desechos sólidos debe corresponder a 26 componentes.

La GTZ (1996), señala que los componentes principales de los desechos sólidos domiciliarios son 7 : inertes, restos orgánicos, papel y cartón, vidrio, metales, telas y cueros y plásticos.

De lo anterior se tiene que, al existir una clasificación muy amplia de los componentes de los desechos sólidos, quedan muchos de ellos sin identificar, ya sea por no disponerse de la información pertinente o porque su identificación se

hace más difícil al exigir una clasificación muy específica desde el punto de vista técnico.

Para los objetivos de este estudio se adoptó la composición que la GTZ indica, debido a que es una manera práctica de seleccionar y cuantificar los elementos presentes en la basura, sin correr el riesgo de caer en confusiones y/o discusiones en relación a materiales que a simple vista no se pueda determinar su composición, además que, con el conocimiento de la composición de la basura bajo esos 7 rubros arriba mencionados, ya se obtiene la suficiente información básica que permite conocer y orientar técnicas y programas de manejo de los desechos sólidos a nivel municipal también se evita el caer en grandes diferencias de composición de tales residuos al incorporar elementos que no es común encontrarlos a diario, sino que, pueden aparecer en distintas épocas del año.

Lo que se ha podido demostrar a través de este estudio es que, los principales componentes de los desechos sólidos domiciliarios en orden decreciente son: la materia orgánica, el papel y cartón, los plásticos y los vidrios, lo cual responde a la tendencia observada por los autores ya citados, de donde se señala que el componente más abundante de los desechos sólidos domiciliarios es la materia orgánica, lo cual se observa en las figuras 2, 3 y 4, en las cuales, dicho% nunca es inferior al 54.8%.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Según Deffis (1991), el pH óptimo para la descomposición anaeróbica de los desechos sólidos oscila entre 5 a 9 y ocurre en dos fases, la primera es la no metánica, la cual generalmente no produce gas y prepara tales residuos para una degradación posterior y se da la generación de ácido con la consecuente baja en el pH, la segunda fase llamada metagénica, donde hay producción de metano, se considera que es la que tiene más descomposición en condiciones anaeróbicas, puesto que, la no metánica es de corta duración .

Indica también que, la humedad óptima para la descomposición aeróbica es de un 40 a un 65% de su peso total.

Existe en El Salvador numerosa literatura referida a los análisis químicos y bioquímicos de cuerpos de agua, aguas servidas y residuos industriales y en menor cuantía hay estudios referidos a la composición del aire atmosférico, lo cual no es así para el caso de los desechos sólidos, por ejemplo, Pedrosa (1988), únicamente indica la determinación del poder calorífico superior e inferior de la basura, ubicándolo en 4,003.67 y 3,619.63 calorías/gramo respectivamente. Después de esto, no hay estudios de laboratorio que señalen cuál es la composición química y bioquímica de tales desechos, constituyéndose este estudio en el primero de su clase al medir de manera específica 7 componentes, utilizando para tal fin las Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Desechos Sólidos (anexo 1). Estos componentes son pH, humedad, ceniza, materia orgánica, fósforo, nitrógeno y azufre, los cuales se presentan para cada estrato

en las figs. 5, 6 y 7, los cuales son muy ilustrativos al momento de predecir el comportamiento químico y bioquímico que tales desechos presentan.

Con los resultados de laboratorio obtenidos se establece que:

Según MS/OPS/OMS(1995) el pH oscila de ligera a moderadamente ácido, siendo el estrato alto el menos ácido al presentar un pH de 6.40 y el estrato popular el de pH más ácido relativamente, al presentar una medida de 5.35, lo cual si se diluyera, se encontraría dentro de los límites máximos permisibles. Estos rangos de pH se observan en la fig. 8.

La humedad supera en todos los estratos el 58% del total (fig. 9), lo cual indica que existe una relación directa con el % de materia orgánica encontrado y que a su vez, dicho % es de esperarse que aumente en la época lluviosa, por lo que, tales desechos son un medio óptimo para el desarrollo de microorganismos.

Las cenizas sobrepasan el 26% en las 3 zonas estudiadas (fig. 10), por lo que, la peligrosidad de tales desechos aumenta considerablemente cualquiera que sea el tratamiento al que se sometan.

La materia orgánica oscila desde el 43% como nivel más bajo al 57.38% en el nivel más alto (fig. 11), lo cual era de esperarse, ya que, fue este componente el más abundante en todos los estratos.

El fósforo presenta un 2.85 % para el nivel medio, siendo el valor más bajo encontrado, teniendo el nivel popular el 3.04% y el nivel alto un 5.34%, por lo que, la diferencia de casi 2.3 puntos con el valor más cercano puede prestarse a

discusiones, por lo que, hacen falta más determinaciones de este elemento y con otras muestras para obtener un comportamiento normal, tal como se encuentra en las otras medidas efectuadas (fig. 12).

La cantidad de Nitrógeno oscila entre el 1.61 % al 1.82 % , lo cual no ofrece diferencias sustanciales para cada estrato (fig. 13).

La concentración de azufre va de 2.65 % en el estrato popular a 3.83 % en el estrato alto , lo cual requeriría de pruebas adicionales para obtener un rango esperado de este elemento (fig. 14).

Los últimos 3 elementos analizados tienen relación directa con el carácter ácido de los desechos, ya que, por distintas rutas o reacciones como la incineración y la hidratación, pasan a formar ácidos.

Como no existen controles de lixiviados en los rellenos y botaderos de basura, además que, muchos de ellos se localizan en las márgenes de cuerpos de agua, fácilmente el pH afectará la vida de los organismos acuáticos, así se tiene que Belloch *et al* (1985), indica que valores extremos de pH o cambios súbitos del mismo pueden acabar con la vida de los organismos acuáticos, incluso, cambios en los límites considerados aceptables son perjudiciales para algunas especies, además la toxicidad de muchas sustancias se incrementa por cambios en pH, por ejemplo, complejos de cianuros metálicos pueden ser 1000 veces más tóxicos con una disminución de pH de 1.5. Por otra parte, indica que el efecto bactericida del Cl_2 disminuye al aumentar el pH.



Con los datos de humedad encontrados, que superan el 58% de las muestras analizadas, fácilmente se deduce que la actividad de descomposición aeróbica se ve incrementada por darse en un medio acuoso que la facilita.

Se determinó con este estudio que, más del 25% de los desechos sólidos se convierten en cenizas al ser incinerados, por lo que es necesario considerar lo que Green Peace (1995) señala en relación a la generación de cenizas proveniente de la combustión de estos desechos, ya que, por cada tonelada de basura que se incinera se genera del 25 al 30% de cenizas, las cuales pasan a constituirse en desechos peligrosos que, aunado a las dioxinas y furanos que se producen en dicho proceso de combustión llevan implícitos en sí, serios riesgos para la salud y el ambiente al no existir niveles mínimos de exposición a tales compuestos.

Por su parte EPA (1989), señala que en un proceso de incineración de desechos municipales, las cenizas de fondo constituyen del 75 al 90% del total producido, dependiendo de la tecnología empleada, siendo el resto formado por las cenizas volantes, las cuales vienen a contribuir a la polución.

también Belloch et al. (1985),indica que, las cenizas son fuente de emisión de polvo, lo cual actúa directamente sobre las mucosas afectándolas o inutilizándolas y actúa indirectamente como vehículo en el que viajan, aumentando su penetración, otros compuestos cancerígenos.

De lo anterior hay que destacar que, las cenizas son una de las principales fuentes de contaminación del ambiente y representando serias amenazas a la salud humana.

Haber determinado a nivel de laboratorio que la materia orgánica oscila entre el 43 y el 57% , sirve para indicar que el manejo de los desechos debe de considerar que son compuestos altamente putrescibles, lo cual conlleva a una disposición sanitaria pronta, para evitar que el proceso de putrefacción ocurra en cualquier lugar, con sus consecuentes alteraciones ambientales; también sirve para incluir en los planes de manejo, la factibilidad de elaboración de abonos orgánicos a partir de desechos sólidos.

Belloch *et al.*(1985) señala que, la presencia de materia orgánica en cuerpos de agua está relacionada directamente con las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, carbono orgánico total y oxígeno disuelto, lo cual genera serias alteraciones en el ciclo de vida de los organismos que habitan en tales cuerpos.

El mismo autor sostiene que, el fósforo produce un incremento del crecimiento de las algas asociado a nutrientes disueltos; en particular, los compuestos de fósforo, que son esenciales para el crecimiento de plantas y organismos, se encuentran normalmente en cantidades limitadas, siendo factores limitantes, por lo que son el elemento clave en la mayoría de los procesos de eutrofización, con todos sus efectos en las alteraciones en el agua y extinción de poblaciones acuáticas. El fósforo elemental es muy tóxico y sujeto a bioconcentraciones, lo

mismo que el mercurio, en forma coloidal es un veneno para las especies marinas.

Señala también que la presencia de nitrógeno y azufre intervienen como contaminantes de aguas superficiales, aguas subterráneas y suelos al alterar sensiblemente la composición de los mismos, de donde se desprende que es necesario el conocimiento de la concentración de tales compuestos para prevenir daños al ambiente y a la salud humana.

IMPACTO EN EL AMBIENTE

Sermeño, (s. f.), miembro de la Unidad Ecológica Salvadoreña, señala que la contaminación del aire, agua y suelo tiene muchas causas, siendo la presencia de los desechos sólidos una de las causas principales, así se tiene que, los ríos, mares, lagos y mantos acuíferos se han contaminado por ser utilizados como medios de transporte de tales desechos, sumándoseles los desechos agroquímicos y pesticidas. Continúa diciendo que el aire se ha contaminado por la combustión de diversos desechos, entre estos los domésticos, lo cual incide en la producción de smog, la lluvia ácida y aumentando con ello las enfermedades respiratorias y de la piel.

Termina indicando que otro de los problemas de contaminación del suelo se debe al mal manejo que se hace de la basura, produciéndose grandes focos de infección y un paisaje antiestético, además de la proliferación de ratas, cucarachas, moscas y otros vectores, así también, olores desagradables que llevan al aumento de la contaminación del aire y mantos acuíferos.

Por su parte, Umaña (1994), indica que solo en 80 municipios existe servicio de aseo, estimando que la producción de basura a nivel de las áreas urbanas es de 1500 toneladas métricas por día, de las cuales se recolectan menos del 50% y llevada a disposiciones finales no sanitarias, tales como: botaderos a cielo abierto o rellenos simples. La basura que no se recolecta es depositada en barrancos, quebradas, predios baldíos, etc. Estas situaciones inciden en la salud de las comunidades al convertirse en criaderos de insectos y roedores, que son transmisores de enfermedades; así mismo contaminan el aire al ser incinerados libremente, afectando así a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, a través de los lixiviados y la basura misma que es arrastrada por las aguas lluvias. De lo anterior se deduce que las coberturas de recolección y transporte son bajas, y que no existe ningún tratamiento sanitario para la basura en el país. también es de mencionar que tales desechos no están separados, por lo que se encuentran basura corriente mezclada con desechos hospitalarios e industriales, situación que aumenta los riesgos de incrementar las enfermedades y se deteriore el medio ambiente.

Rubio (1993, citado por PRISMA 1995), destaca el hecho que, la mala disposición de los desechos sólidos son una de las fuentes de contaminación hídrica, existiendo por lo menos en el departamento de San Salvador 4 botaderos que impactan negativamente en por lo menos 6 cuerpos de agua. Torres(1990) considera que los jugos lixiviados son el principal problema de contaminación en un relleno sanitario, ya que tales jugos son los líquidos que se

han percolado o drenado a través de un desperdicio sólido y que contiene materiales miscibles solubles, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desperdicio. El agua entra en contacto con los desperdicios cuando llega a estos mediante precipitación o por filtración de aguas superficiales cercanas al botadero.

Señala además que la EPA ha seleccionado una tabla de las características de los jugos lixiviados (anexo 4) y que, luego, del periodo inicial hay una declinación en la fortaleza de los jugos, que son 500 veces mas contaminantes que las aguas negras. Una vez el agua lluvia entra en contacto con la basura, comienzan a formarse los jugos de lixiviación, los cuales van penetrando a través del suelo hasta llegar al nivel del agua subterránea contaminándola.

Jiménez & Rivas (1996), estiman que en San Salvador se producen 1500 toneladas diarias de basura de las cuales sólo 1000 son recolectadas, quedando el resto esparcida en calles y aceras, lo cual viene a incidir en enfermedades gastrointestinales que la población sufre, indicando que por cada metro cúbico de basura se puede producir hasta 4 millones de huevos de mosca. Recomiendan que para evitar tales efectos nocivos a la salud humana es necesario una disposición ambientalmente sanitaria.

Según Belloch et al (1985), los efectos en el ambiente por parte de los contaminantes generados por los desechos sólidos, pueden diferenciarse en efectos fisico-químicos y efectos biológicos.

Entre los efectos fisico-químicos se tiene la alteración de la visibilidad por la presencia en la atmósfera de partículas, aerosoles o gases coloreados, siendo los desechos sólidos uno de los contribuyentes al generarse, producto de su combustión cenizas y humos; también inciden en los cambios climatológicos y meteorológicos complejos al haber presencia de gases como NO_2 , NO_3 , CO_2 , O_3 y polvos y aerosoles, los cuales modifican las precipitaciones, incrementan las nieblas y alteran el mecanismo de radiación solar y reirradiación terrestre, lo cual se refiere al efecto de invernadero; ocurre también un efecto sobre los materiales de construcción, metales, tejidos, por exposición de contaminante ácidos, abrasiones, ataques químicos o electroquímicos por la presencia de sustancias tales como SO_2 , SO_3 , NO_x , SH_2 y otros.

Entre los efectos biológicos se distinguen daños visibles, no visibles o sutiles en la vegetación, los cuales se manifiestan en las alteraciones fisiológicas como necrosis o cambios en la pigmentación, alteraciones en el crecimiento, producción y reproducción de los vegetales. Otro de los daños a la salud es la irritación de la conjuntiva y vías altas respiratorias por la presencia del SO_2 y polvos.

Zepeda (1995), indica que la basura ha sufrido cambios tanto en cantidad como en su composición, pasando de ser densa y casi completamente orgánica a voluminosa, menos biodegradable y con porcentajes crecientes de materiales tóxicos.

CONCLUSIONES

La generación de los desechos sólidos domiciliarios está en relación directa al nivel de ingreso de la población, es decir, a mayor ingreso corresponde mayor generación de basura.

La materia orgánica es el principal componente, tanto a nivel macro como a nivel micro, de los desechos sólidos.

La materia orgánica es el subproducto más abundante, luego le siguen el papel y el cartón, plásticos y vidrios; los demás subproductos tienen variaciones leves en los diferentes estratos, por esto se tiene que la basura del municipio de San Salvador es altamente putrescible por el porcentaje de materia orgánica y humedad presente; por tanto, esto debe tomarse en cuenta al analizar la factibilidad para cualquier tipo de programa o tratamiento.

El análisis de laboratorio demuestra que existe una relación directa entre materia orgánica y humedad, siendo los valores porcentuales más altos encontrados, lo cual influye en la degradación de la calidad de las aguas, las cuales son utilizadas como cuerpos receptores de los desechos sólidos y lixiviados que estos generan.

El pH ligeramente ácido, aún dentro de los límites permisibles, aumenta la toxicidad de muchas sustancias, siendo perjudicial para algunas especies incluyendo al hombre, haciéndose necesario el estudio de otros parámetros que

son susceptibles de sufrir modificaciones a los cambios de pH, tales como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), carbono orgánico total (COT) y sólidos en suspensión (SS).

El alto porcentaje de humedad encontrado en los residuos sólidos estudiados, indica un alto grado de escurrimiento, facilitándose la lixiviación, aumentando ésta al hacer contacto con las lluvias y dependiendo del grado de infiltración y de la capacidad de permeabilidad de los suelos, contamina las aguas subterráneas dependiendo de la profundidad de estas, al llevar consigo sustancias nocivas que impactan de manera adversa en la salud humana, al utilizar tales aguas como fuente de abastecimiento.

El porcentaje de cenizas encontrado en las pruebas de laboratorio concuerda con la bibliografía consultada; de incinerarse por completo toda la basura producida, se generaría un 30% de cenizas, que se convertirían en un problema adicional de disposición final de desechos, además, las emanadas directamente a la atmósfera, requerirían de alta tecnología para minimizar los riesgos a la salud humana y al deterioro del ambiente.

Los resultados de laboratorio encontrados para fósforo están de acuerdo a los rangos esperados según lo indicado por la norma utilizada, exceptuando la muestra para el estrato alto, que sobrepasa el 0.34%, lo cual se atribuye a la presencia de una fuente poco común del mismo.

Los valores de nitrógeno encontrados en las pruebas de laboratorio son relativamente bajas en comparación a lo establecido por la norma oficial



mexicana mencionada arriba, pero esto no limita decir que no son valores de riesgo, ya que existen los procesos de amonificación y nitrificación realizados por bacterias, actinomicetas y hongos, como por ejemplo Nitrosomas que puede convertir el amoniaco en Nitrito (NO_2^-) que es tóxico aún en pequeñas concentraciones.

Las cantidades de azufre encontradas estan por debajo del valor máximo permisible según MS/OPS/OMS (1995) para el agua potable, pero, por formar parte de los jugos lixiviados, debe monitorearse cerca de los botaderos de basura.

Es el primer estudio que se hace en El Salvador adaptando las Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Desechos Sólidos incluyendo algunas de las pruebas químicas, las cuales no se aplicaron en su totalidad por carecerse de recursos materiales y humanos suficientes.

La disposición no sanitaria de los desechos sólidos contamina el aire, el agua y el suelo e incide directamente en la salud humana.

Existen desechos domiciliarios de naturaleza peligrosa, los cuales requieren de un manejo especializado desde el momento de su generación hasta su disposición final.

Según los resultados obtenidos en las pruebas de campo y laboratorio, el presente trabajo es un punto de partida para establecer mecanismos básicos para un adecuado manejo integrado de los desechos sólidos municipales, porque

al conocer su cantidad y composición, se pueden diseñar políticas de manejo que reduzcan su impacto en el ambiente, abriéndose con ello, una amplia gama de tópicos de investigación en el tema.

Los desechos sólidos, por ser parte del ecosistema, requieren de un adecuado manejo, para reducir el impacto negativo a los ciclos ecológicos del planeta.

La costumbre actual de tirar o utilizar los barrancos y vertientes como sitios de disposición final, están contaminando los ríos y con mucha seguridad los mantos acuíferos.

RECOMENDACIONES

Para el manejo integral de los desechos sólidos municipales se requiere de un equipo multidisciplinario de profesionales.

Para reducir el impacto adverso que los desechos sólidos generan al ambiente, es necesaria la participación de todos los habitantes y de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Se requiere de una capacitación constante a todo nivel de los funcionarios involucrados en el manejo de los desechos sólidos.

Debe existir un programa de educación ambiental orientado a la participación ciudadana que abarque la instrucción formal y no formal.

Deben reglamentarse los tratamientos de los desechos de naturaleza peligrosa, como los desechos hospitalarios, industriales y tóxicos.

Para el diseño y ubicación de los rellenos sanitarios se debe tener en cuenta la ubicación hidrogeológica y las medidas ingenieriles de impermeabilización en la construcción de la obra del relleno sanitario.

Para estudios futuros se recomienda la realización de las pruebas de poder calorífico para los desechos sólidos, para evaluar la factibilidad de recuperar energía, tomando en cuenta la realidad del país y sin dañar al ambiente, es decir, implementar el uso de tecnologías limpias.

Debe de implementarse, la práctica de relleno sanitario, y eliminarse los botaderos a cielo abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO. 1997. Propuesta a los Alcaldes y Alcaldesas de El Salvador, Políticas, Estrategias y Lineamientos para el manejo Sustentable de Desechos Sólidos. Conciencia. 19 pp.
- , 1995. Incineradores No. Green Peace.USA.(folleto mimeografiado). 4pp.
- , 1993. Criteria for Solid Waste Disposal Facilities. A Guide for Owners/Operator. EPA, USA. 20 pp.
- , 1990. Sites for Our Solid Waste. A Guidebook for Effective Public Involvement EPA, USA. 110pp.
- , 1989. Recycling Works! State and Local Solutions to Solid Waste Management Problems. EPA, USA. 52 pp.
- , 1989. Decision-Markers Guide to Solid Waste Management. EPA, USA. 153 pp.
- BARRY, D. & H. ROSA. 1995. El Salvador: Dinámica de la Degradación Ambiental, PRISMA, 44: 12-16
- BELLOCH MARQUES, V., F. DÍAZ PINEDA, H. DOMÍNGUEZ
 HERNÁNDEZ, I. DE ELORRIETA PÉREZ DE D., F. FUENTES
 BODELLÓN, A. GARCÍA SENCHERMES., D. GÓMEZ OREA, D.
 JIMÉNEZ BELTRÁN, J. PORRAS MARTÍN., M. L. DEL RÍO

MARTÍNEZ, J. ROS VINCENT, R. TORTAJADAMARTÍNEZ,
T. VILLARINO VALDIVIESO, .: 1985. Curso Sobre Evaluaciones de
Impacto Ambiental 2a. Ed. EPES, Industrias Gráficas, S.L., Madrid.
561 pp.

BONILLA, G. 1993. Estadística. UCA Editores, San Salvador. 558 pp.

DEFFIS CASO, A. 1991. La Basura es la Solución. Editorial Concepto S.A.,
México, D.F. 277 pp.

GUEVARA MORÁN, J. A., H. DAUGHERTY, M. A. RICO NAVES, J. R.
OSORIO LARREYNAGA, R. A. FERNÁNDEZ RIVAS, M. A.
PONCE CORNEJO, G. A. ALVAREZ CÁCERES, R. E. ARÉVALO
TOLEDO, A. D. VIDAURRE, G. T. GUZMÁN LÓPEZ, S. H.
BOGGS, J. M. ANAYA VILLEDA, C. NOBLEAU DE ANAYA, M.
LIEVANO DE MORÁN, N. F. JIMÉNEZ PÉREZ, C. A. FLORES
OSORTO, F. SERRANO CHINCHILLA, F. LEMUS SERRANO, C.
R. OCHOACÓRDOBA, E. LÓPEZ ZEPEDA, R. AYALAK, 1985.
El Salvador Perfil Ambiental Estudio de Campo. USAID. EMTECSA
de C. V. San Salvador 266 pp.

JIMÉNEZ, E. & M. E. RIVAS NOLASCO. 1996. Reciclaje de Basura Libre de
Impuesto. El Diario de Hoy. Sección Economía y Negocios. Junio 22
Página 18. San Salvador.

- MIS/OPS/OMIS. 1995. Seminario Taller Sobre Revisión de Reglamentos y Normas del Código de Salud Referentes al Saneamiento Ambiental.
- PROJET IN DEVELOPMENT AND THE ENVIROMENT.1996. Perfil Preliminar de Análisis Comparativo de Riesgo de la República de El Salvador. USAID. 40 pp.
- SERMEÑO, M. s. f. La Situación del Medio Ambiente en El Salvador. Unidad Ecológica Salvadoreña, 7: 2-5 .
- UMAÑA GRANADOS, J. G. 1994. Propuestas de Normas para la Determinación de Parámetros de Diseño de Sistemas de Manejo de Desechos Sólidos Municipales. Ministerio de Agricultura y Ganadería Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente. San Salvador. 27 pp.
- 1994. Recursos Naturales y Estrategia Ambiental, Área: Desechos Sólidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente. San Salvador. 30 pp.
- ZEPEDA, F. 1995. El Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. Div. Salud y Ambiente. OPS. 15: 6-37.

ANEXOS

ANEXO 1
NORMAS OFICIALES MEXICANAS



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINATION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-DETERMINATION OF GENERATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de aplicación de esta norma los residuos sólidos municipales se subdividen en domésticos (que son los generados en casas habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas habitación).

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-AA-91 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos-Terminología.
- NOM-AA-15 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos municipales-Muestreo-Método de cuarteo.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91 además de:
FUENTE . Es cualquier establecimiento generador de residuos sólidos incluido dentro de los giros municipales por muestrear.

4 APARATOS Y EQUIPO

- Báscula con capacidad mínima de 100 kg y precisión de 10 g o similar.
- Báscula con capacidad mínima de 10 kg y precisión de 1 g o similar.
- Tablas de inventario, tamaño carta u oficio.
- Marcadores de tinta permanente, preferentemente color negro.
- Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo del No. 200.
- Ligas de hule de 1.5 mm de ancho.
- Guantes de carnaza.
- Brochas de 0.025 m de ancho.

Prohibido su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

Referencias:	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 ABO. 1985	Revisiones sucesivas.
--------------	--	-----------------------



- Pintura de esmalte color amarillo. SECOFI-DGN
- Papelería y varios (cédula de encuesta, lápices, gomas y otros).
- Tablas de números aleatorios y de las siguientes distribuciones: Normal, "t" de Student, "F" de Fisher; así como la empleada para el rechazo de observaciones, si se aplica para tal efecto, el criterio de Dixon, (ver Apéndice).

NOTA: Lo antes citado está en función del número de personas a participar en el muestreo, así como en la cantidad de estratos socioeconómicos por muestrear y del tamaño de las premuestras.

5 GENERACION PER-CAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS

5.1 Procedimiento de campo.

Este parámetro se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población.

5.1.1 Selección de riesgo " α "

El riesgo con que se realiza el muestreo se elige con base en los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad.
- Calidad técnica del personal participante.
- Facilidad para realizar el muestreo.
- Características de la localidad a muestrear.
- Exactitud de la báscula por emplear.

5.1.2 Tamaño de la premuestra "n"

A partir del riesgo seleccionado (α) se adopta un tamaño de premuestra por estrato, con base en la siguiente tabla:

<u>Riesgo</u>	<u>Tamaño de la premuestra</u>
(α)	(n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50

5.1.3 Determinar y ubicar el universo de trabajo (de 300 a 500 casas) en un plano actualizado de la localidad en la zona o colonia correspondiente al estrato socioeconómico por muestrear.

5.1.4 Contar y numerar en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño.

5.1.5 Con base en el tamaño de la muestra y del universo de trabajo, seleccionar aleatoriamente, los elementos de dicho universo que forman parte de la muestra. Para realizar lo anterior, emplear la tabla No. 1 de números aleatorios (ver Apéndice).

5.1.6 Identificar físicamente los elementos de la muestra en el universo de trabajo, anotando con pintura amarilla el número aleatorio correspondiente al elemento, en algún lugar visible de la calle donde se encuentra la casa habitación o elemento por muestrear.

5.1.7 Recorrer el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las casas seleccionadas para la muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar la información general que se indica en la cédula de encuesta de campo (ver Apéndice). Entregando una bolsa de polietileno.

5.1.8 Visitar nuevamente las casas-habitación seleccionadas del universo de trabajo el primer día del período en que se realiza el muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de este día. Esto sirve únicamente como una "operación de limpieza", para asegurar que el residuo generado después de ella, corresponda a un día.

Simultáneamente con la "operación de limpieza", se entrega una nueva bolsa para que se almacenen los residuos generados las siguientes 24 horas; por último, las bolsas ya recogidas conteniendo los residuos se transfieren al equipo de recolección municipal o se llevan al sitio de disposición final.

5.1.9 A partir del segundo, hasta el séptimo día del período de muestreo, se recogen las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entrega una nueva bolsa para almacenar los residuos por generar las siguientes 24 horas.

A la bolsa conteniendo los residuos generados, se le anota el número aleatorio correspondiente, con el fin de identificar los elementos de la muestra.

El octavo día únicamente se recogen las bolsas con los residuos generados el día anterior.

5.1.10 Diariamente después de recoger los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesar cada elemento anotando su valor en la cédula de encuesta, en el renglón correspondiente al día en que fue generado.

5.1.11 Para obtener el valor de la generación per-cápita de residuos sólidos en kg/hab-día correspondiente a la fecha en que fueron generados; se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa habitación.

5.2 Evaluación de resultados.

La evaluación que se presenta, se considera la más adecuada para los fines que se persiguen con este tipo de estudios.

5.2.1 De los siete datos obtenidos de cada casa habitación, durante el período de muestreo; calcular el promedio de generación de residuos "per-cápita". De acuerdo con lo anterior, se obtiene una serie de "n" valores promedio, uno por cada casa habitación incluida en la muestra.

5.2.2 Ordenar la información obtenida del punto anterior, como a continuación se ilustra:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_{n-1} \leq x_n$$

Donde:

x_i = Promedio por casa-habitación, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per-cápita, obtenidos durante el período de muestreo.

5.2.3 Realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, empleando cualquier método o procedimiento que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología considere confiable. En caso de aplicar el criterio de Dixon, se debe realizar lo siguiente:

Calcular el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{x_n - x_i}{x_n - x_j} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento máximo de la muestra.}$$

$$r = \frac{x_j - x_1}{x_i - x_1} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento mínimo de la muestra.}$$

donde:

n = Número de observaciones o elemento mayor.

1 = El elemento menor.

i = n - (j-1).

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.



CECULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE
GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

SECOFI-DGN

No. DE MUESTRA _____ No. ALEATORIO _____

POBLACION _____ MUNICIPIO O DELEGACION _____ ENTIDAD FED. _____

CALLE _____ NUM _____ C.P. _____

COLONIA _____ NIVEL SOCIOECONOMICO _____

HABITANTE POR CASA _____ FREC.DEREC. _____ TIPO DE RECIPIENTE _____

QUE HACE CON LOS RESIDUOS SOLIDOS SI NO PASA EL CAMION? _____

SU OPINION SOBRE EL SERVICIO DE RECOLECCION BUENA _____ MALA _____ REGULAR _____

NOMBRE DEL ENCUESTADOR _____

PUESTO QUE DESEMPEÑA _____

INSTITUCION O EMPRESA _____

No.	FECHA.	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS	GENERACION PER-CAPITA (kg/Hab/Día)	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - METODO DE CUARTEO.

NOM-AA-15-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION - SOIL POLLUTION - MUNICIPAL SOLID RESIDUES - SAMPLING - QUARTER METHOD.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana, establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.

Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

2. REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-AA-19	Protección al Ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos Municipales-Peso volumétrico "IN SITU".
NOM-AA-22	Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos.
NOM-AA-61	Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Generación.
NOM-AA-91	Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las que se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91

4. METODO DE CUARTEO

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa de la zona o estrato socioeconómico del área en estudio, obtenida según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61

4.1 Aparatos y equipo

- Báscula de piso, con capacidad de 200 kg
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).

SECOFI-DCN

- Palas curvas
- Bioldos
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Botas de hule
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras
- Papelería y varios (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc).

4.2 Procedimientos

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas.

El equipo requerido antes descrito, está de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultado del estudio de generación - según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-. En ningún caso se toma más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo.

El contenido de dichas bolsas, se vacía formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m de cemento pulido o similar y bajo techo.

El montón de residuos sólidos se traspalea con pala y/o bioldo, hasta homogeneizarlos, a continuación, se divide en cuatro partes -- aproximadamente iguales A B C y D (Fig. 1), y se eliminan las partes opuestas A y C ó B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg de residuos sólidos con los cuales se debe hacer la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana -- NOM-AA-22.

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se toman 10 kg aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio, físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso volumétrico de los residuos sólidos "in situ", según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19.

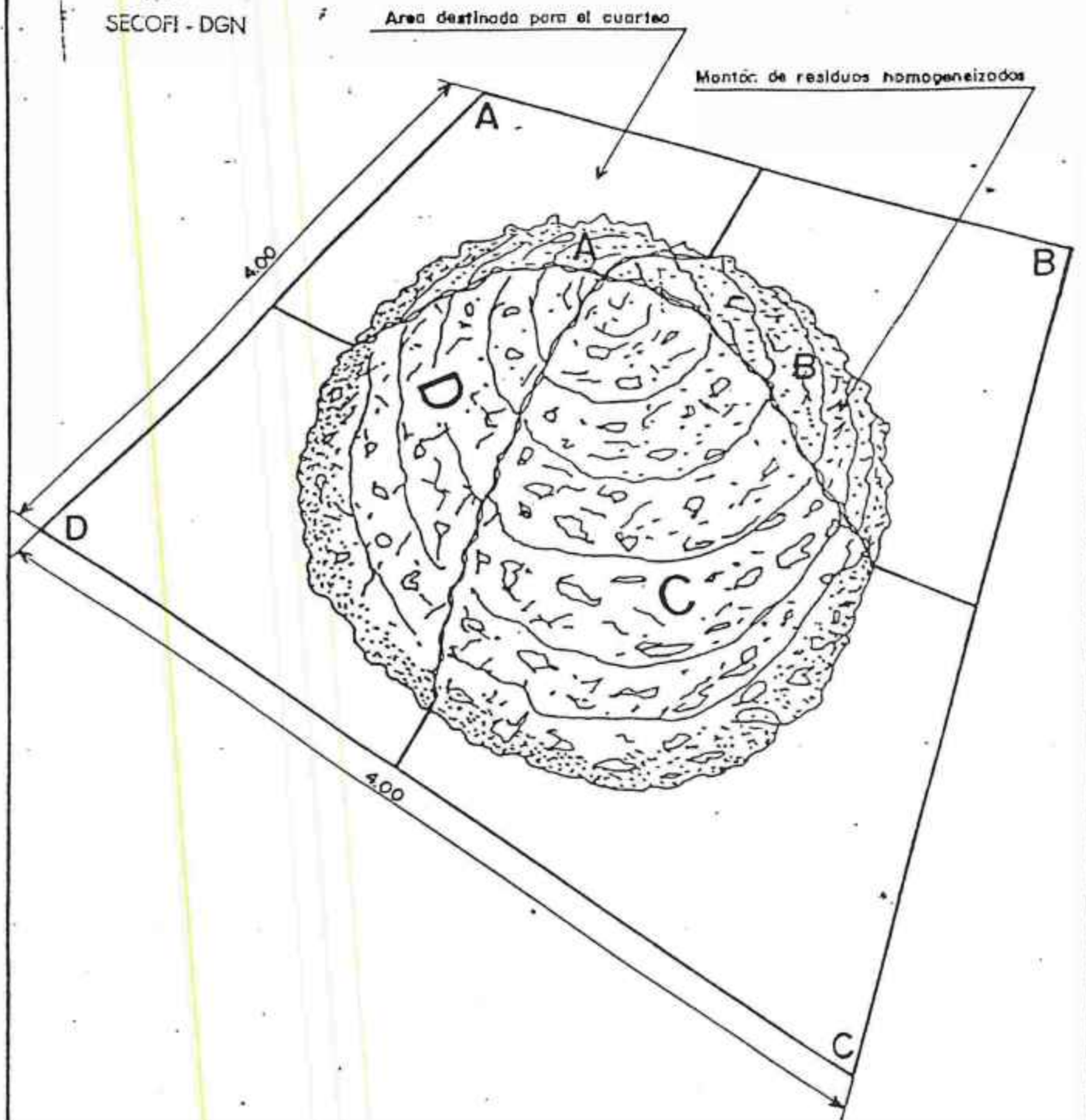
La muestra obtenida para los análisis físicos, químicos y biológicos debe trasladarse al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente selladas e identificadas (véase marcado), evitando que queden expuestas al sol durante su transporte, además se debe tener cuidado en el manejo de la bolsa que contiene la muestra para que no sufra ninguna rotura. El tiempo máximo de transporte de la muestra al laboratorio, no debe exceder de 8 horas.



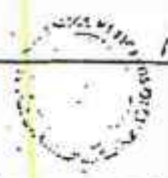
SECOFI - DGN

NOM-AA-15-1985

3/5



Escala: no



NOM-44-15-1985

4/5

SECOFI - DGN

Se han considerado, las cantidades anteriores como óptimas, sin embargo estas pueden variar de acuerdo a las necesidades. Sólo en el caso de que la cantidad de residuos sólidos sea menor a 50 kg, se recomienda repetir la operación de cuarteo.

5 MARCADO

La muestra se identifica con una etiqueta, la cual debe contener la siguiente información:

Número de folio de la cédula de informe de campo para el cuarteo, hora y fecha del envío, localidad, municipio, estado, procedencia de la muestra (Estrato socioeconómico) temperatura y humedad relativa del ambiente, peso de la muestra en kilogramos, datos del responsable de la toma de muestra y observaciones.

6 INFORME DE CAMPO: (Ver cédula en el apéndice)

En el informe debe indicar lo siguiente,

- Localidad, Municipio y Estado
- Fecha y hora del cuarteo
- Procedencia de la muestra (estrato socioeconómico)
- Condiciones climatológicas
- Cantidad de residuos sólidos tomados para el cuarteo, en kg
- Cantidad de residuos sólidos obtenidos para la selección en subproductos, en kg
- Datos del responsable del cuarteo
- Observaciones

7 APENDICE

CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

No. de Folio. _____

Localidad _____ Municipio _____ Estado _____

Fecha y hora del cuarteo _____

Procedencia de la Muestra _____

21

Continuación

NON-AA-15-1985

5/5

SECOFI-DGN

Condiciones Climatológicas Imperantes Durante el Cuarteo (describa):

Cantidad de Residuos Sólidos para el Cuarteo _____ kg

Cantidad de Residuos Sólidos para la Selección de Subproductos _____

kg

Cantidad de Residuos Sólidos para los Análisis Físicos, Químicos y Biológicos _____

Responsable del Cuarteo:

Nombre:- _____ Cargo _____

Dependencia o Institución _____

Observaciones _____

3 BIBLIOGRAFIA

- Journal of the Sanitary Engineering División.-Proceedings of the American Society of Civil Engineers.- "Sample Weights in Solid Waste Composition Studies".- Albert J. Klee and Dennis Carrth. August, 1970.
- Rolle, G. Int. Research Group in Refuse Disposal (IRG.). Information Bulletin 22, 23.- Zurich.- 1954.

México, D.F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

ING. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO.

[Handwritten marks]

[Handwritten marks]

[Handwritten marks]



1000.000.448.54

NORMA OFICIAL MEXICANA
PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL
SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-PESO
VOLUMETRICO "IN SITU"

NOM-AA-19-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-"IN SITU" VOLUME-
TRIC WEIGHT

1 **OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Oficial Mexicana, establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo".

2 **REFERENCIAS**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- | | |
|-----------|---|
| NOM-AA-91 | Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología. |
| NOM-AA-15 | Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo. |

3 **DEFINICIONES**

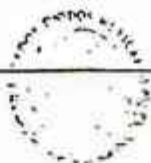
Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 **DESCRIPCION DE LA OPERACION**

Para determinar el peso volumétrico "in situ", se debe tomar los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo, la cual se debe realizar según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15.

4.1 **Aparatos y equipo**

- Básculas de piso con capacidad de 200 kg
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 L
- Palas curvas
- Overoles
- Guantes de carraza
- Escobas
- Recolectores
- Botas de hule
- Mascarillas
- Papelería y varios necesarios para la operación (cédula de informe de campo, marcadores, etc.)



4.2 Procedimiento

SECOFI - DGN

Para efectuar esta determinación, se requiere de cuando menos dos personas.

El equipo requerido antes descrito está de acuerdo con el número de personas que participen en la determinación.

Antes de efectuar la determinación se verifica que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras; así como también que la báscula esté nivelada. A continuación se pesa el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

En caso dado de no conocer la capacidad del recipiente, ésta se determina a partir de las formulaciones aritméticas existentes, según sea la geometría de dicho recipiente.

A continuación, llenar el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15; golpee el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.

Nuevamente agregue residuos sólidos hasta el tope; teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Cuando no se tenga suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marca en éste, la altura alcanzada y se determina dicho volumen.

5 CALCULO

El peso volumétrico del residuo sólido se calcula mediante la siguiente fórmula

$$P_v = \frac{P}{V}$$

en donde:

P_v = Peso volumétrico del residuo sólido, en kg/m^3

P = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en kg

V = Volumen del recipiente, en m^3

Los resultados obtenidos al realizar la operación que se describe en esta Norma Oficial Mexicana, deben reportarse en la cédula de informe de campo (anexo No. 1).

6 BIBLIOGRAFIA

Instructivo de Campo del



NOM-AA-19-1985
3/3

SECRETARÍA DE GOBIERNO
SECOF-DGN

Experiencias de campo de la Comisión de Ecología del D.D.F. y de la S.D.U.E.

7 APENDICE

7.1 Anexo No. 1

CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA LA DETERMINACION
DEL PESO VOLUMETRIC- "IN SITU" DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS MUNICIPALES

Localidad _____ Municipio _____ Estado _____

Fecha y hora de la determinación: _____

Estrato socio-económico muestreado: _____

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación _____

Capacidad del recipiente _____ m³

Tara del recipiente _____ kg

Capacidad del recipiente, tomada para la determinación _____ m³

Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) _____ kg

Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto-tara) _____

_____ kg

Peso volumétrico "in situ", de los residuos sólidos _____ kg/m³

Responsable de la determinación:

Nombre: _____ Cargo _____

Dependencia o Institución _____

Observaciones: _____

México, D. F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL
SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-SELEC-
CION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS.

NOM-AA-22-1965

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-
MUNICIPAL SOLID RESIDUES-BY-PRODUCTS SELEC-
TION AND QUANTIFICATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los Residuos Sólidos Municipales.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- | | |
|-----------|---|
| NOM-AA-91 | Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología. |
| NOM-AA-15 | Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo. |
| NOM-B-231 | Industria Siderúrgica-Cribas de Laboratorio para Clasificación de Materiales Granulares-Especificaciones. |

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg
- Balanza granataria con capacidad para 20 kg y sensibilidad de 1 g
- Criba M 2.00 según Norma Oficial Mexicana NOM-B-231
- Mascarillas
- Recogedores
- Overoles
- Escobas
- Botas de hule

SECOFI - DGN

-Treinta bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.80 m y calibre mínimo de 200

-papelería y varios

El equipo antes descrito esta en función del número de participantes en la determinación que marca esta Norma; se requiere para ello, cuando menos de dos personas.

5 SELECCION

5.1 Obtención de la Muestra.

La muestra se extrae como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15 y se toman como mínimo 50 kg, que procede de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas.

5.2 Procedimiento.

Con la muestra ya obtenida como se establece en 5.1, se seleccionan los sub productos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Algodón
- Cartón
- Cuero
- Residuo fino (todo material que pase la criba M 2.00)
- Envase de cartón encerado
- Fibra dura vegetal (esclerenquima)
- Fibras sintéticas
- Hueso
- Hule
- Lata
- Loza y cerámica
- Madera
- Material de construcción
- Material ferroso
- Material no ferroso
- Papel
- Pañal desechable
- Plástico rígido y de película
- Poliuretano
- Poliestireno expandido
- Residuos alimenticios (Véase observaciones)
- Residuos de jardinería
- Trapo



-Vidrio transparente

SECOFI - DGN

-Otro(s)

6 CUANTIFICACION

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza granataria y se anota el resultado en la hoja de registro.

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente expresión:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G_1 = Peso del subproducto considerado, en kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G = Peso total de la muestra (mínimo 50 kg).

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 98% del peso total de la muestra (G). En caso contrario, se debe repetir la determinación.

7 REPORTE

Los resultados se anotan, como se indica en la hoja de registro (véase apéndice).

8 OBSERVACIONES

- . Los cambios en peso durante la determinación, se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad.
- . Se recomienda efectuar la determinación en un lugar cerrado y bajo techo.
- . Dentro de los residuos sólidos alimenticios se deben incluir todos aquellos residuos de fácil degradación, tales como: vísceras, apéndices o cadáveres de animales.

9 APENDICE

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO
SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS.

Localidad _____ Municipio _____ Estado _____

Fechas y hora de análisis _____ Peso de la Muestra _____ kg

Estrato socioeconómico _____ Tara de las bolsas _____ kg



ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-PREPARATION OF SAMPLES IN LABORATORY FOR THEIR ANALYSIS.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana, establece el método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Terminología.
- NOM-AA-15 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo-Método de Cuarteo.
- NOM-AA-16 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de humedad.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

- Balanza granataria de 20 kg con sensibilidad de 1 g
- Guantes de carnaza
- Escobilla
- Mascarilla protectora
- Tijeras de jardinero
- Recogedores
- Pala de jardinero
- Lentes protectores
- Molino triturador

Referencias.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

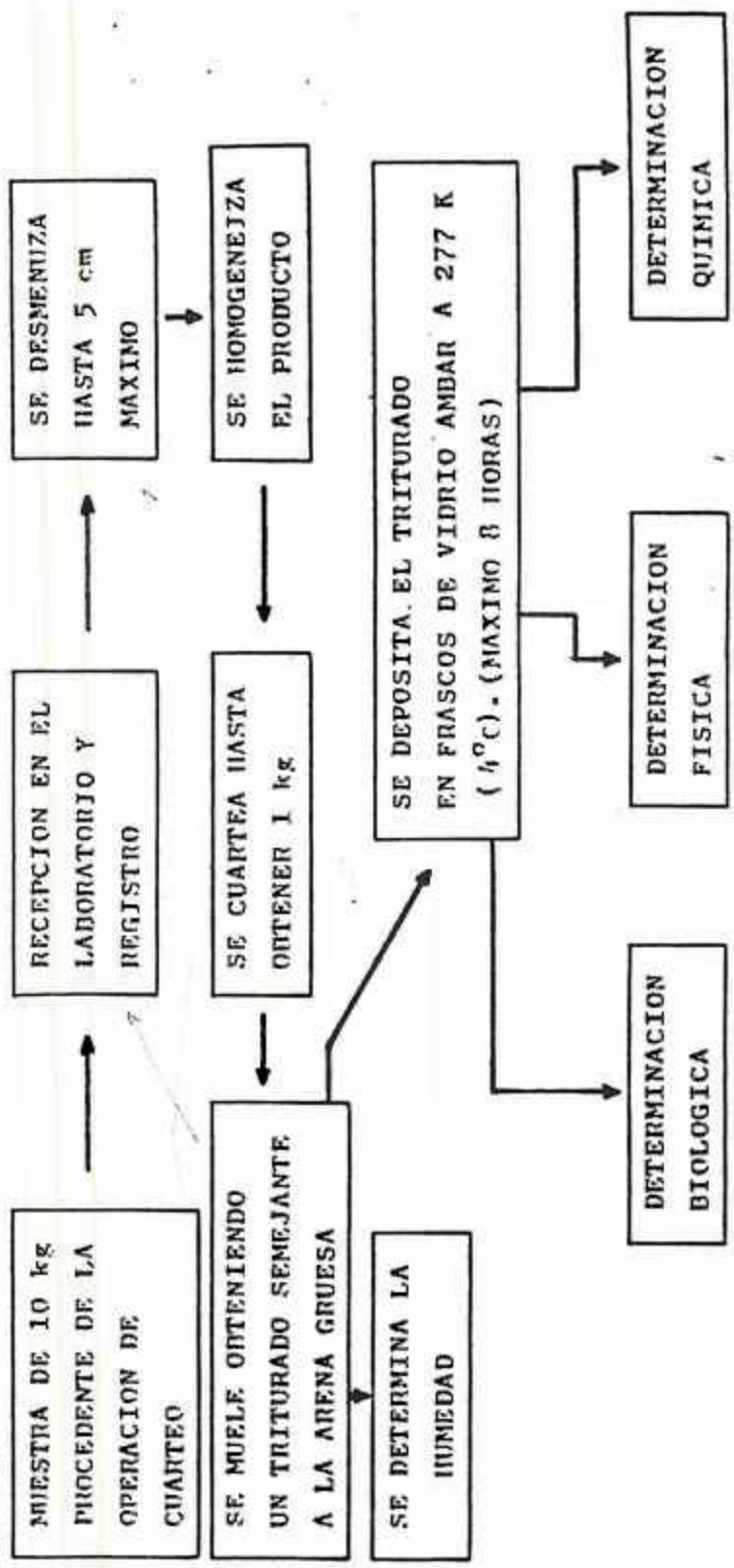
16 MAR. 1985

Revisiones sucesivas.

Prohibida su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

DIAGRAMA PARA LA PREPARACION DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO.

SECOFI - DGN



- Frascos de vidrio de color ámbar y cuello esmerilado de 2 L de capacidad

5. PROCEDIMIENTO

Verificar si la muestra está debidamente identificada, de no estarlo, se anota en el reporte del laboratorio.

A continuación se procede a vaciar la muestra de residuos sólidos, en un área limpia y seca del laboratorio; para que con unas tijeras de jardinero se desmenucen tales residuos, hasta un tamaño máximo de 5 cm.

Con una pala de jardinero se homogeneizan los residuos sólidos y mediante el método de cuarteo, se obtiene una muestra representativa de 1 kg, la cual se vierte dentro de un molino triturador para obtener un producto más homogéneo y de tamaño semejante a la arena gruesa. De dicho producto, se toma la cantidad necesaria para realizar inmediatamente la determinación de humedad, según la Norma Oficial Mexicana, NOM-AA-16. El resto del producto obtenido de la molienda, se deposita en frascos de vidrio color ámbar de cuello esmerilado y de 2 L de capacidad, los cuales se almacenan a 277 K (4°C), para realizar las demás determinaciones físicas, químicas y biológicas, en las siguientes ocho horas. (Véase diagrama).

6. BIBLIOGRAFIA

- Instructivo de Campo del Departamento de Desechos Sólidos de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, 1975.
- Experiencias de Campo de la S.E.D.U.E.



SECOFI - DGN

México, D.F., a 18 MAR. 1985

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

LIC. HECTOR ALBERTO BAYARDO MORENO.

RGAE/ELG/EPH/JECG/osl.

NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL
SUELO - RESIDUO SÓLIDOS - DETERMINACIÓN NOM - AA 25 - 1984
DEL pH - METODO POTENCIOMETRICO.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma establece el método potenciométrico para la determinación del valor del pH en los residuos sólidos, el cual se basa en la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de residuos sólidos al 10%.

2. REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM - AA - 91 Protección al Ambiente - Contaminación del suelo - Residuos Sólidos
-
Terminología.

NOM - AA - 52 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos
Municipales - Preparación de Muestras en laboratorio para su Análisis.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta , las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM - AA - 91.

4. APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g.
- Potenciómetro con compensador de temperatura , electrodo de vidrio y electrodo de referencia.
- Agitador magnético con magnetos recubiertos de teflón o agitador mecánico.
- Termómetro de vidrio con escala de 263 K a 393 K (- 10⁰ C a 120⁰ C).
- Equipo usual de laboratorio .

5. MATERIALES Y REACTIVOS

- Solución amortiguadora de pH = 4.0
- Solución amortiguadora de pH = 11.0 (se cambio a pH = 9)
- Solución amortiguadora de pH = 7.0
- Agua destilada

En la muestra preparada como se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52 se toman 20 g para realizar la determinación por duplicado.

7 PROCEDIMIENTO

- Calibrar el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras de pH=4, pH=7 y pH=11, según sea el tipo de residuo sólido por analizar.
pH=9
- Pesar 10 g de muestra y transferirlos a un vaso de precipitado de 250 cm³.
- Añadir 90 cm³ de agua destilada.
- Mezclar por medio del agitador durante 10 minutos.
- Dejar reposar la solución durante 30 minutos.
- Determinar la temperatura de la solución. Sumergir los electrodos en la solución y hacer la medición de pH.
- Sacar los electrodos y lavar con agua destilada.
- Sumergir los electrodos en un vaso de precipitados con agua destilada.

NOTA:- Para el manejo y cuidados que se deben tener con el potenciómetro, es necesario seguir las indicaciones y recomendaciones del fabricante.

8 CALCULOS

- El valor del pH de la solución, es la lectura obtenida en la carátula del potenciómetro, cuando los electrodos se sumergen en ella.

9 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado no debe exceder de 0.1 unidades de pH, en caso contrario, repetir la determinación.

10 BIBLIOGRAFIA

- "Análisis Químico de los Suelos", M.L. Jackson. Editorial Omega 1982.
- Manual de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos. D.D.F. 1976.

México, D.F., a 10 DIC. 1984
EL DIRECTOR GENERAL DE NOMIAS.

HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO.

HGA/EEA/EAHC/osl.



NORMA OFICIAL MEXICANA
PROTECCION DEL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL
SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETER-
MINACION DE HUMEDAD.

NOM-AA-15-1984

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-
 MUNICIPAL SOLID RESIDUES-HUMIDITY DETER-
 MINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método llamado de Estufa que determina el porcentaje de humedad, contenido en los residuos sólidos municipales; se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a las condiciones de tiempo y temperatura que se establecen en esta norma, considerando que dicha pérdida se origina por la eliminación de agua.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-AA-91 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos-Terminología.

NOM-AA-52 - Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos sólidos municipales-Preparación de muestras en laboratorios para su análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.

5 APARATOS Y EQUIPO

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.001 g

Prohibida su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Se coloca la caja abierta y su tapa en la estufa a 393 K (120°C) durante dos horas, transcurrido ese tiempo, se tapa la caja dentro de la estufa, e inmediatamente se pasa al desecador durante dos horas como mínimo hasta obtener peso constante.

6.2 Se vierte la muestra sin compactar hasta un 50% del volumen de la caja.

6.3 Se pesa la caja cerrada con la muestra y se introduce destapada a la estufa a 333 K (60°C) durante 2 horas, se deja enfriar y se pesa nuevamente. Se repite esta operación las veces que sea necesario hasta obtener peso constante (se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas la diferencia es menor al 0.01 %).

NOTA: Durante este procedimiento debe utilizarse pinzas.

7 CALCULOS

El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que para obtener G y G₁ se debe restar el peso de la caja.

$$H = \frac{G - G_1}{G} \times 100$$

H = Humedad en %

G = Peso de la muestra húmeda en g

G₁ = Peso de la muestra seca en g

8 REPRODUCIBILIDAD

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor al 1% en caso contrario se recomienda repetir la determinación.

9 BIBLIOGRAFIA

-Tentative Methods of Analysis of Refuse and Compost Municipal -
Refuse Disposal.- Appendix A. pag. 392

-Methods of soil Analysis Agronomy No. 92-96- American Society of
Agronomy, Inc. Publisher.



NORMA OFICIAL MEXICANA

PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DE SUELOS-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE CENIZAS.

NOM-AA-18-1984

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL POLLUTION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-ASHES DETERMINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método de prueba para la determinación de cenizas de los residuos sólidos municipales.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-AA-52 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Preparación de Muestras en laboratorio para análisis.

NOM-AA-91 Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado, según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.

5 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio y:

- Balanza granataria con sensibilidad de 0.1 g
- Mufla
- Crisol de porcelana o platino de 50 cm³
- Desecador que contenga algún deshidratante adecuado con indicador de saturación.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 La muestra se seca hasta peso constante a 333 K (60°C) y se deja enfriar en el desecador.

Referencias:

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el

Revisión sucesiva: Esta Norma cancela a la NOM-AA-18-1975

Prohibido su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

6.2 Poner a peso constante el crisol a temperatura de 472 K (200°C) durante dos horas, se deja enfriar en el desecador y se pesa.

6.3 Transferir al crisol aproximadamente 20 g de la muestra seca (que se indica en 6.1) y se pesa con aproximación de 0.1 g

6.4 Calcinar en la mufla a 1073 K (800°C) hasta obtener peso constante (se recomienda comprobar el peso constante transcurrida una hora) se deja enfriar en el desecador y se pesa.

NOTA: Se debe evitar que la muestra quede expuesta a corrientes de aire.

7 CALCULOS

El porcentaje de cenizas en base seca se calcula con la siguiente fórmula.

$$C = \frac{G_3 - G_1}{G_2 - G_1} \times 100 \quad \text{en donde:}$$

- C = Porcentaje de cenizas en base seca
- G1 = Peso del crisol vacío en g
- G2 = Peso del crisol mas la muestra seca en g
- G3 = Peso del crisol mas la muestra calcinada en g

8 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor del 1% en caso contrario se debe repetir la determinación.

9 BIBLIOGRAFIA

Physical, Chemical and Microbiological Methods of Solid Wastes Testing. U.S. Environmental Protection Agency (EPA 6700-73-01) - 1973.



SECOFI - DGN

México, D. F., a 10 DIC. 1984

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

EL RECTOR  RICARDO MORENO

REG. / SEP / JECG / mef



NOIRMA OFICIAL MEXICANA
PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION
DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPA-
LES-DETERMINACION DE MATERIA ORGANI-
CA.

NOM-AA-21-1985

ENVIRONMENTAL PROTECTION-SOIL CONTAMINA-
TION-MUNICIPAL SOLID RESIDUES-ORGANIC -
MATTER DETERMINATION.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

La presente Norma Oficial Mexicana establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-52 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Preparación de muestras en laboratorio para su análisis.
- NOM-AA-91 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos - Terminología.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio.

5 MATERIALES Y REACTIVOS

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua, debe entenderse agua destilada.

- Sulfato Ferroso 0.5 N.
- Dicromato de Potasio 1 N.
- Difénilamina al 1 %.
- Acido sulfúrico concentrado al 98%.
- Acido Fosfórico al 95%.

6 OBTENCION DE LA MUESTRA

La muestra se obtiene según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52 y en cantidad suficiente para efectuar la determinación con dos series de cinco pruebas cada una.



SECOFI - DGN

7 PROCEDIMIENTO

- 7.1 Simultáneamente, correr un blanco por cada serie para obtener el factor de corrección.
- 7.2 Triturar la muestra en un mortero hasta obtener una consistencia similar al talco.
- 7.3 Pesar 0.1 g de la muestra y transferirlos a un matraz Erlenmeyer de 250 cm³ o mayor.
- 7.4 Agregar con bureta 10 cm³ de dicromato de potasio.
- 7.5 Agregar 20 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.
- 7.6 Agitar enérgicamente durante un minuto.
- 7.7 Dejar reposar durante 30 minutos.
- 7.8 Posteriormente agregar 100 cm³ de agua.
- 7.9 Agregar 10 cm³ de ácido fosfórico.
- 7.10 Añadir 0.5 cm³ de difenilamina.
- 7.11 Titular con sulfato ferroso 0.5 N hasta que vire de violeta obscuro a verde.

8 CALCULOS

El porcentaje de materia orgánica se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Materia orgánica en \%} = \frac{(V_1 N_1 - VNP)K}{P}$$

En donde:

- V₁ = Volumen de solución de dicromato de potasio empleado en la muestra, en cm³.
- N₁ = Normalidad de la solución de dicromato de potasio.
- V = Volumen de solución del sulfato ferroso gastado en la titulación de la muestra en cm³.
- N = Normalidad de la solución de sulfato ferroso.
- P = Peso de la muestra en g.
- K = 0.69 = 0.003 $\frac{1.72}{0.74}$ X 100; en donde:
 - (0.003 = Miliequivalente del carbono.
 - 0.74 = Factor de recuperación.
 - 1.72 = Factor para convertir el % de carbono en % de materia orgánica.

Handwritten mark

SECCION - DGN

$$F = \frac{V_o N_1}{V_B N_2} \quad \text{donde:}$$

- V_o = Volumen de solución de dicromato de potasio empleado en el blanco en cm^3 .
- V_B = Volumen de sulfato ferroso gastado en la titulación del blanco en cm^3 .

9 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La diferencia máxima permisible entre dos series de pruebas, no debe exceder de $\pm 2\%$ en el resultado, en caso contrario repetir la determinación.

10 BIBLIOGRAFIA

- JACKSON, M.L.
Methods of sampling and analysis of solid wastes.
- SWISS FEDERAL INSTITUTE FOR WATER SUPPLY
Section for solid wastes.
Methods of sampling and analysis of solid wastes.
CH - 8000 Düseldorf (Switzerland). 1970.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
Manual de laboratorio de la planta industrializadora de desechos sólidos.
México, D. F. 1976.
- ING. RICARDO PEREZ HERRERA
Análisis de estudios comparativos para desechos sólidos.
Tesis profesional para obtener título. E.S.I.Q.I.E. I.P.N.
México, D. F. 1976.

México, D. F., a 6 AGO. 1985

LA DIRECTORA GENERAL DE EMPRESAS

LIC. CONSUELO SAZ PUEYO

DETERMINACION DE CENIZAS

PROCEDIMIENTO:

- 1- Colocar el crisol limpio en el horno o mufla a 600°C durante 1 hora.
- 2- Trasladar el crisol del horno al desecador y enfriarlo a la temperatura de laboratorio, durante 20 minutos.
- 3- Pesar el crisol vacío (Anotar el peso tomando cuatro cifras decimales).

NOTA: En todos éstos pasos del análisis tener la precaución de usar pinzas de metal para manejar los crisoles después que se secan ó incineran.

- 4- Pesar aproximadamente 2 gramos de muestra directamente en el crisol de porcelana.
- 5- Colocar el crisol en el horno de mufla y mantener a temperatura de 600°C durante toda la noche.
- 6- Retirar el crisol del horno de mufla, colocarlo en el desecador durante 20 minutos y pesar (anotar este peso).
- 7- Guardar la muestra de ceniza para la solubilización y determinación de minerales.

CALCULOS:

a) Peso de crisol más muestra

más

Peso de crisol vacío =

Peso de muestra

b) Peso de crisol más muestra después de incinerado

menos

Peso de crisol vacío =

Peso de la ceniza

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$



$$\% \text{ E. E. } = \frac{\text{Peso extracto etéreo}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

o
grasa

DETERMINACION DE NITROGENO-METODO MICRO KJELDAHL PARA OBTENCION
% DE PROTEINAS.

PROCEDIMIENTO:

A) DIGESTION:

- Pesar en papel filtro más o menos 0.1 gr. de muestra y colocarla en un balón para micro kjeldahl de 100 ml., si la muestra es líquida medir con pipeta volumétrica 1 ml.
- Agregar el balón, pesado y medido exactamente:
 - 0.2 gramos de ácido salicílico
 - 1.5 gramos de sulfato de sodio o potasio
 - 0.5 gramos de tiosulfato de sodio
 - 0.1 gramos de óxido de mercurio
 - 6.0 ml. de ácido sulfúrico
- Agitar durante 5 minutos esta mezcla y colocar los balones en el aparato, los 6 al mismo tiempo y conectar al sistema de extracción de vapores. Mover constantemente (por medio de rotación) los balones y esperar hasta que la solución esté clara.

B) DESTILACION:

- Enfriar los balones, agregar agua destilada más o menos hasta la mitad del bulbo, esperar que enfrien nuevamente.
- Agregar 3.5 ml. de solución tiosulfato de sodio al 8%; 6 de perlas de vidrio y 15 mililitros de solución de hidróxido de sodio al 50%.
- Recibir el destilado en un erlenmeyer de 50 ml.; el que debe contener 15 ml. de solución de ácido bórico al 4%,

- más dos gotas de indicador y colocarlos en el aparato.
- Destilar aproximadamente 30 ml., dejar enfriar y titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 ó 0.25 N.

CALCULOS:

El porcentaje de nitrógeno total se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml. HCl muestra} - \text{ml. HCl testigo}) \times N \times 14 \times 100}{\text{peso de muestra} \times 100}$$

$$\% \text{ Nitrógeno} = \text{proteína cruda} \times 6.25$$

Factor 6.25 mayoría de proteínas animales

Cuando se trate de otro tipo de muestra debe buscarse el factor correspondiente, ejemplo:

$$\% \text{ proteína en base seca} = \frac{\% \text{ de Proteína}}{\% \text{ de materia seca}} \times 100$$

DETERMINACION DE FIBRA CRUDA

PROCEDIMIENTO:

- Colocar la muestra desengrasada en un beaker de 600 ml. que contenga 200 ml. de solución ácido sulfúrico al 1.25%.
- Pesar en balanza analítica 0.5 gr. de fibra de asbesto preparada y agregar al beaker.
- Colocar el beaker en el aparato de digestión, dejar hervir exactamente 30 minutos, girando el beaker cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.



NORMA OFICIAL MEXICANA
DETERMINACION DE FOSFORO TOTAL EN
DESECHOS SOLIDOS (METODO DEL FOSFOVA-
NADOMOLIBDATO)

DGN-AA-32-1975

METHOD OF TEST FOR PHOSPHORUS OF
SOLID WASTES.

1 OBJETIVO

Esta Norma establece el método fotométrico para la determinación de fósforo total contenido en desechos sólidos.

2 CAMPO DE APLICACION

Este método no es aplicable a productos que producen soluciones coloridas como son los del tipo denominado escorias básicas. Los citratos interfieren evitando el desarrollo máximo del color.

3 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con "la Norma Oficial Mexicana "Muestreo de Desechos Sólidos Urbanos", DGN-AA-15-1975.

4 PRINCIPIO

El método se basa en disolver y transformar los compuestos fosforados a ortofosfatos, los cuales se hacen reaccionar para formar el complejo de fosfovanadomolibdato, cuya densidad de color se mide fotométricamente.

5 REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico, a menos que se indique otra cosa. Cuando se hable de agua se debe entender agua destilada o desmineralizada.

- Acido nítrico (HNO_3), 69 -71%
- Acido perclórico (HClO_4), 70-72%
- Solución de vanadomolibdato:
 - a) Se disuelven 40 g de molibdato de amonio (NH_4)₆Mo₇O₂₄·4H₂O, en 400 ml de agua caliente y se deja enfriar.
 - b) Se disuelve 2g de metavanadato de amonio (NH_4VO_3), en 250 ml de agua caliente, se deja enfriar y se agregan 450 ml de ácido perclórico.
 - c) Se vierte lentamente y con agitación la solución a) a la solución b) y se diluye con agua a 2 litros.

Solución patrón de pentóxido de fósforo (P_2O_5). - Se pesan 9.5876 g de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4), secado previamente a peso constante en estufa a $105^\circ C$; se disuelven en agua, se transfiere a un matraz aforado de 500 ml y se lleva hasta la marca con agua. Esta solución contiene 10 mg de P_2O_5 /ml. Se miden 10 ml de esta solución, se transfieren a un matraz aforado de 1000 ml y se lleva con agua hasta la marca. Esta solución contiene 0.1 mg de P_2O_5 /ml.

NOTA: A fin de asegurarse de la pureza del fosfato de potasio monobásico, se recomienda recrystalizar y secar hasta peso constante en la estufa a $105^\circ C$.

5.2 Materiales

- Papel filtro (Whatman No. 5 o similar), de 11 cm de diámetro.

6.0 Aparatos y Equipo

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g.
- Colorímetro o espectrofotómetro y celdas.
- Placa de calentamiento.
- Equipo usual de laboratorio.

7.0 Preparación de la muestra.

La muestra se extrae como se indica en la Norma Oficial Mexicana de "Muestreo de Desechos Sólidos Urbanos", DGN - AA - 15 en vigor, y se pesan 10 g de muestra para la determinación.

8.0 Procedimiento

8.1 Precauciones de Seguridad.

8.1.1 Se debe tener precaución con el manejo del ácido perclórico, para evitar reacciones violentas en combustión húmeda con este ácido. Se debe tratar la muestra previamente con ácido nítrico para destruir la materia orgánica fácilmente oxidable. No se debe llevar a sequedad. Se debe trabajar con protección facial y bajo campana de extracción.

8.2 Determinación

8.2.1 Preparación de la solución de fósforo

8.2.1.1 Se transfiere la muestra de análisis (10 g) a un baso de precipitados de 250 ml. Se agregan 20 - 30 ml de ácido nítrico, se cubre con un vidrio de reloj y se hierve en la placa de calentamiento durante 30 - 45 minutos.

8.2.1.2 Se deja enfriar, se agregan 10 - 20 ml de ácido perclórico y se hierve suavemente hasta que desaparezcan los vapores nitrosos. Si es necesario se agregan porciones de 10 ml de ácido nítrico tantas veces como se requiera para ~~destruir~~ a s o l u c i ó n .

8.2.1.3 Se enfría, se agregan 50 ml de agua y se hierve durante 5 minutos. Se filtra a través de papel filtro y se recibe el filtrado en un matraz aforado de 250 ml. Se lava dos veces con agua caliente, se enfría y se lleva hasta la marca con agua.

8.2.2 Desarrollo de color

8.2.2.1 Se mide una alícuota que contenga de 3 a 4 mg de P_2O_5 como se indica en la Tabla I y se transfiere a un matraz aforado de 100 ml.

T A B L A I

Contenido de P_2O_5 en la muestra %	Alícuota 1 para dilución (ml)	Dilución D_1 de la Alícuota 1 (ml)	Alícuota 2 para desarrollo de color tomado de D_1 (ml)	Contenido P_2O_5 en la Alícuota 2 (mg)
+0.5 - 1.0	50	100	25	2.5 - 5.00
1.0 - 1.5	25	100	25	2.5 - 3.75
1.5 - 2.0	25	100	20	3.0 - 4.00
2.0 - 2.5	20	100	20	3.2 - 4.00
2.5 - 3.0	20	100	15	3.0 - 3.60
3.0 - 3.5	15	100	15	2.7 - 3.10
3.5 - 4.0	15	100	15	3.1 - 3.60
4.0 - 4.5	15	100	15	3.6 - 4.00
4.5 - 5.0	15	100	15	4.0 - 4.50

+Para muestras con un contenido de P_2O_5 menor de 0.5% se deben ajustar las diluciones, de manera que la alícuota sobre la que se va a efectuar la determinación contenga de 3 a 4 mg de P_2O_5 , y sea de un volumen de 50 ml como máximo.

8.2.2.2 Al mismo tiempo se miden 20 ml de la solución patrón de 0.1mg de P_2O_5 / ml y se transfieren a un matraz aforado de 100 ml. Se ajusta con agua a un volumen aproximado de 50 ml y tomando un tiempo no mayor de 5 minutos para toda la serie de determinaciones, se agregan con bureta o pipeta 20 ml de solución de vanadomolibdato. Se lleva hasta la marca con agua, se homogeneiza y se deja reposar 10 minutos.

8.2.3 Medición fotométrica

8.2.3.1 Transcurridos los 10 minutos, se transfieren la solución patrón conteniendo 2 mg de P_2O_5 y la muestra a las celdas.

8.2.3.2 Se ajusta el espectrofotómetro o colorímetro a lectura "cero" de absorbancia con la solución patrón de 2 mg de P_2O_5 y una longitud de onda de 400 nm.

8.2.3.3 Se mide la absorbancia de la muestra y se anota la lectura.

NOTA: En el caso de que se use un fotocolorímetro como el Klett-Summerson, se empleará el filtro No. 42 que tiene un intervalo espectral de 400-465 nm. La longitud de onda que se emplee debe estar en 400-460 nm y la selección debe basarse en las características espe-

8.3 Curva de calibración

De la solución patrón de 0.1 mg de P_2O_5 /ml se miden alícuotas como se indica en la Tabla II, se transfieren a matraces aforados de 100-ml y se prosigue como se indica en DETERMINACION a partir de 8.2.2. al 8.2.3. inclusive. Se elabora una gráfica tomando como ordenadas los mg de P_2O_5 y como abscisas las lecturas de absorbancia.

Tabla II - Alícuotas de solución patrón

ml de solución patrón	mg de P_2O_5
20	2.0
25	2.5
30	3.0
35	3.5
40	4.0
45	4.5
50	5.0

9. Expresión de resultados

9.1 Métodos de cálculo y fórmulas

El contenido de fósforo total es dado como porcentaje en masa por la siguiente fórmula:

$$\% P_2O_5 = \frac{m_1 \times V_1 \times V_2}{m_0 \times A_1 \times A_2} \times 100$$

donde:

m_1 es la masa, en miligramos, de P_2O_5 leídos en la curva de calibración.

V_1 es el volumen, en mililitros, de la solución de la porción de análisis.

V_2 es el volumen, en mililitros, de la dilución D_1 (véase Tabla 1).

m_0 es la masa en miligramos, de la porción de análisis.

A_1 es el Volumen, en mililitros, de la alícuota 1 (véase Tabla 1),

A_2 es el volumen, en mililitros, de la alícuota 2 (véase tabla 1),

9.2 Repetibilidad

La diferencia entre resultados obtenidos para diferentes porciones de análisis, no deberá exceder de 0.1 por ciento, en caso contrario se recomienda repetir la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

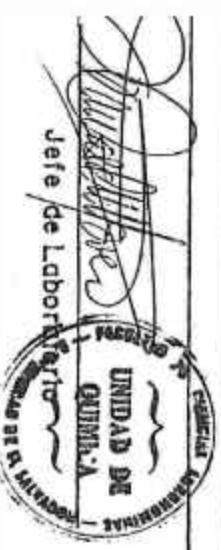
ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

BACHILLERES
 WILLIAM ORLANDO VAQUERANO Y
 MANUEL EDGARDO RIVAS
 ESCUELA DE BIOLOGIA.

Por este medio le informo sobre los resultados de los análisis hechos en nuestro laboratorio de la siguientes muestras :

No. de Lab.	Identificación de la muestra	pH	Humedad	Cenizas	Materia Orgánica	Fósforo	Nitrógeno	Azufre
		%	%	%	%	%	%	%
178	COL. MIRALVALLE (ZONA MONTEBELLO)	6.35	68.51	28.72	49.58	2.81	1.61	2.72
179	COLONIA ESCALON (ZONA CAPISTRANO)	6.40	58.35	33.11	43.87	5.54	1.68	3.83
180	COLONIA MONSERRAT	5.35	66.37	26.62	57.38	3.04	1.82	2.65

TRAS DETERMINACIONES Y OBSERVACIONES DEL LABORATORIO :



Jefe de Laboratorio

F. 
 Responsable de Análisis

F. 
 Recibido



- a) Datos relacionados con la muestra como;
 - identificación y/o descripción
 - datos sobre toma de la misma
 - fecha de recepción de la muestra
 - fecha de terminación del análisis
- b) Referencia al método empleado,
- c) Resultados y métodos de expresión usados (base seca o base húmeda),
- d) Anomalías observadas durante la prueba,
- e) Cualquier operación no incluida en esta norma o que fuese opcional y pudiera afectar los resultados.

11. BIBLIOGRAFIA

- a) "Official Methods of Analysis", 11^a ed., A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists) Washington D.C., sec. 2.017-2.022,1970.
- b) "Analytical Methods", 2^a ed. (National Plant Food Institute Washington. D.C., Met.- 3.630,1968.
- c) "Laboratory Manual", Tennessee Valley Authority.- Muscel Shoals, Alabama, P.30-39.

México, D.F., a 13 ABR. 1976

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.


 ING. CESAR LARRAÑAGA ELINDONDO.



SECRETARÍA DE ECONOMÍA
VICERRECTORÍA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION /

La presente Norma establece el método para la determinación de azufre transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de los residuos sólidos en presencia de oxígeno.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

- NOM-AA-91 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-residuos sólidos-Terminología.
- NOM-AA-52 Protección al ambiente-Contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-Preparación de -- muestras en laboratorio para su análisis.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta Norma las definiciones son las establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91.

4 APARATOS Y EQUIPO

Equipo usual de laboratorio además de:

- 4.1 Balanza analítica con sensibilidad 0.001 g
- 4.2 Estufa con regulador de temperatura, capaz de alcanzar temperatura de 373 K (100°C) como mínimo.
- 4.3 Mufla con regulador de temperatura capaz de alcanzar y mantener 873 K (600°C) como mínimo.
- 4.4 Parrilla eléctrica con regulador de temperatura
- 4.5 Embudo de vidrio tallo largo con boca de 12 cm de diámetro.
- 4.6 Vasos de precipitado de 1000 cm³ de capacidad.
- 4.7 Crisol de porcelana de 30 cm³ de capacidad.

Prohibida su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

Referencias.	La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12/12/1984	Revisiones sucesivas.
--------------	---	-----------------------

4.9 ... de 300 cm³ de capacidad.

4.10 ... de 60 cm³

4.10 ...

5 REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico, a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua se debe entender agua destilada.

- 5.1.1 Oxalita o peróxido de sodio (Na_2O_2)
- 5.1.2 Solución de cloruro de bario (BaCl_2) al 10%
- 5.1.3 Solución de nitrato de plata (AgNO_3) al 1 %
- 5.1.4 Solución de ácido nítrico (HNO_3) 1:5
- 5.1.5 Solución indicadora de fenolftaleína (0.2 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico al 95%).

5.2 Materiales

5.2.1 Papel filtro Whatman No. 40 ó similar de 11 cm de diámetro.

6 OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se toma en cantidad suficiente para efectuar la determinación por duplicado según la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-52.

7 PROCEDIMIENTO

7.1 Pesar en el crisol de 2 a 3 g de muestra.

7.2 Añadir de 1 a 2 g de peróxido de sodio al crisol que contiene la muestra y se homogeneiza, se tapa y se coloca en la parrilla eléctrica.

7.3 Encender la parrilla eléctrica para que se realice el tostado de azufre contenido en la muestra. La conversión completa a sulfato de sodio se realiza cuando la muestra y el peróxido de sodio cambia al estado líquido, a continuación, se retira para su enfriamiento.

7.4 En el vaso de precipitado añadir 300 cm³ de agua y colocar dentro de este, el crisol conteniendo el producto obtenido en el punto anterior, añadir de 5 a 10 gotas de solución de fenolftaleína y agregar con cuidado la solución de ácido nítrico hasta decolorar la solución y se homogeneiza con un agitador.

7.5 Agregar 5 cm³ de solución de Cloruro de Bario.

- 7.6 Enfriar el Vaso y dejarlo reposar cuando menos 12 h, para la precipitación y postprecipitación del Sulfato de Bario.
- 7.7 Decantar el contenido del vaso y lavarlo con agua caliente filtrada. En este momento se encuentra retenido en el filtro Sulfato de Bario y Cloruro de Bario.
- 7.8 Lavar el Cloruro de Bario del Sulfato de Bario filtrado con agua filtrada hasta que el agua filtrada no contenga la solución del nitrato de Plata.
- 7.9 Secar en la estufa a 333 K-353K (60°C - 80°C) durante 2 horas hasta peso constante, el crisol de porcelana que contiene el filtro y el filtrado.
- 7.10 Calcinar el filtro y el filtrado en la mufla a 973 K a 1073 K (700°C a 800°C) durante una hora. Enfriar el crisol en el desecador, hasta peso constante.

La diferencia de peso entre el crisol vacío a peso constante y con muestra a peso constante, corresponde al Sulfato de Bario.

8 CALCULOS

El porcentaje de azufre se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{G_1 \times F_g}{G} \times 100$$

Donde:

- S = Contenido de azufre en %
- G_1 = Masa de Sulfato de Bario en g
- G = Masa de la muestra del residuo sólido en g
- 0.1374 = Factor gravimétrico de conversión del Sulfato de Bario a azufre (F_g).

Donde:

$$F_g = \frac{\text{Masa atómica del azufre}}{\text{Masa molecular del Sulfato de Bario}}$$

$$F_g = \frac{32.064}{233.404} = 0.1374$$



... ..

La diferencia ... dos entre determinaciones efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0.1%. En caso contrario repetir la determinación.

10

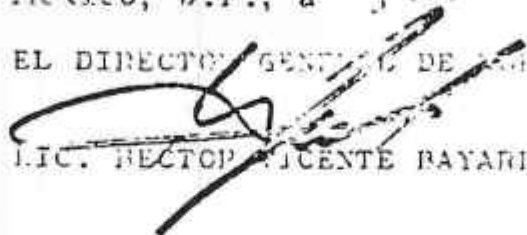
A.O.A.C. 1978

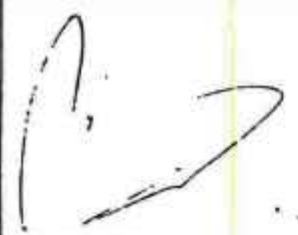
American Organization Agricultural-Chemistry 1978.



México, D.F., a 10 de 1984

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.


LIC. DIRECTOR VICENTE BAYARDO MORENO.



IA/TIG/EPH/EBC/os1

ANEXO 2

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES UTILIZADAS POR EL PROYECTO
PROMUDE-GTZ-COMPONENTE ISDEM (1996)

Proyecto Piloto: Recoleccion Manual de Residuos Solidos Urbanos

RESULTADOS: LA COMPOSICION MEDIA DE LAS BASURAS DE COJUTEPEQUE

MATERIALES PRESENTES EN LAS BASURAS	RESULTADOS PARA LAS DOS ZONAS	
	PESO TOTAL (Kg)	PORCENTAJE %
INERTES (TIERRA, ARENA, ETC.)		
MATERIA ORGANICA		
METALES		
PAPEL Y CARTON		
PLASTICOS		
TELAS Y CUEROS		
VIDRIOS		
T O T A L		100 %

Proyecto Piloto: Recoleccion Manual de Residuos Solidos Urbanos

FECHA	COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	ZONA A		ZONA B	
		Kg	%	Kg	%
	INERTES (TIERRA,ARENA,etc.) MATERIA ORGANICA METALES PAPEL Y CARTON PLASTICOS TELAS Y CUEROS VIDRIOS				
/ /96	TOTAL		100%		100%
	INERTES (TIERRA,ARENA,etc.) MATERIA ORGANICA METALES PAPEL Y CARTON PLASTICOS TELAS Y CUEROS VIDRIOS				
/ /96	TOTAL		100%		100%
	INERTES (TIERRA,ARENA,etc.) MATERIA ORGANICA METALES PAPEL Y CARTON PLASTICOS TELAS Y CUEROS VIDRIOS				
/ /96	TOTAL		100%		100%
	INERTES (TIERRA,ARENA,etc.) MATERIA ORGANICA METALES PAPEL Y CARTON PLASTICOS TELAS Y CUEROS VIDRIOS				
/ /96	TOTAL		100%		100%

ANEXO3

TERMINOLOGÍA UTILIZADA



NORMA OFICIAL MEXICANA
CALIDAD DEL SUELO - TERMINOLOGIA

NOM-AA-91-1987

SOIL QUALITY - TERMINOLOGY

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

La presente Norma Oficial Mexicana establece un marco de referencia en cuanto a los términos más empleados en el ámbito de la prevención y control de la contaminación del suelo, originada por residuos sólidos.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

NOM-AA-23 Protección al Ambiente - Contaminación Atmosférica - Terminología.

3 DEFINICIONES

Estas se aplican a las Normas Oficiales Mexicanas clasificadas bajo el rubro de "Calidad del Suelo - Residuos sólidos".

3.1 Absorción.

Incorporación y fijación de una sustancia o forma de energía en el cuerpo de otra, cuando el fenómeno no se limita tan sólo a la superficie.

3.2 Acción microbiana.

Proceso de degradación de la materia orgánica en los residuos sólidos, debido principalmente a bacterias y hongos, la cual se descompone a través de enzimas.

3.3 Adsorción.

Operación en la que una determinada sustancia (adsorbato) se transfiere desde un fluido hasta la superficie de un sólido (adsorbente), cuyas partes están en contacto con dicho fluido.

3.4 Agente tóxico.

Toda sustancia o mezcla de sustancias que ejercen una acción química, fisicoquímica o quimicobiológica nociva a los organismos vivos, que por contacto o por ingestión pueden causar hasta su muerte.

Prohibida su reproducción sin autorización de la Dirección General de Normas

1-147/V-4-27

3.5 Aireación.

Inclusión del aire de la atmósfera, por medios naturales o mecánicos, para la degradación por vía aerobia de todos aquellos residuos biodegradables.

3.6 Almacenamiento.

Acción de retener temporalmente los residuos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se disponen.

3.7 Biodegradable.

Cualidad que tiene la materia de tipo orgánico, para ser metabolizada por medios biológicos.

3.8 Características biológicas.

Contenido de organismos medido a través de indicadores, tales como número más probable (NMP), cuenta en placa, resultados de ensayos biológicos, y otros.

3.9 Carga contaminante.

Cantidad de un determinado agente adverso al medio contenido en un residuo.

3.10 Ceniza.

Residuo sólido resultante de la combustión de productos carbonáceos. Puede contener combustible parcialmente quemado aunque para fines analíticos se presupone una combustión completa.

3.11 Composteo.

Proceso de descomposición bioquímica de los sustratos orgánicos de los residuos sólidos bajo condiciones controladas, para lograr su estabilización.

3.12 Contaminante.

Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera: agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

3.13 Confinamiento controlado.

Obra de ingeniería planeada y ejecutada previendo los efectos adversos al medio ambiente, para el almacenamiento o disposición final de los residuos peligrosos.

3.14 Contenedores.

Recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos, contruidos de material resistente a la corrosión, al manejo rudo y de fácil limpieza.

3.15 Control de residuos.

La vigilancia, inspección y aplicación de medidas en los procesos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje y disposición final, con objeto de evitar daños al ambiente.

3.16 Cuantificación.

Proceso mediante el cual se determina la proporción de cada uno de los componentes contenidos en los residuos sólidos.

3.17 Degradable.

Cualidad que presentan determinadas substancias o compuestos, para descomponerse gradualmente por medios físicos, químicos o biológicos.

3.18 Densidad.

Masa o cantidad de materia de un determinado residuo, contenida en una unidad de volumen, en condiciones especificadas.

3.19 Disposición final.

Ultima fase del control de los residuos sólidos consistente en colocarlos en determinados sitios de los cuales no serán removidos, con objeto de evitar daños al ambiente.

3.20 Ecosistema.

Unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y con el ambiente, en un espacio determinado.

3.21 Espécimen.

Cada una de las fracciones de material que se extraen de la muestra de residuos sólidos, suficiente para efectuar los análisis correspondientes.

3.22 Estación de transferencia.

Obra de ingeniería proyectada y construida para optimizar el servicio de transporte de los residuos sólidos municipales donde los vehículos de recolección descargan sobre otros de mayor capacidad que los conducen a sitios de tratamiento o disposición final.

3.23 Estercoleros.

Obra de ingeniería, diseñada para almacenar y estabilizar los residuos provenientes de la actividad ganadera, con objeto de evitar efectos adversos al ambiente.

3.24 Fauna nociva.

Conjunto de especies animales potencialmente dañinas para la salud y los bienes, cuyo ciclo biológico se encuentra asociado de algún modo a los residuos orgánicos.

3.25 Generación.

Cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en una unidad de tiempo.

3.26 Generador.

Cualquier fuente que en sus actividades origine residuos.

3.27 Jales.

Residuos generados en las plantas de beneficio de metales, en las operaciones primarias de separación y concentración.

3.28 Lixiviado.

Líquido contaminante que resulta del paso de un disolvente, generalmente agua, a través de un estrato de residuos sólidos y que contiene en disolución y/o suspensión sustancias contenidas en los mismos.

3.29 Monitoreo.

Muestreo y mediciones repetidas para determinar los cambios de niveles o concentraciones de contaminantes en un período y sitio determinado. En sentido restringido, es el muestreo y la medición regular de los niveles de contaminación en relación a una norma, o para juzgar la efectividad de un sistema de control.

3.30 Muestra.

Parte representativa de un universo o población finita, obtenida para conocer sus características.

3.31 Peso volumétrico.

Peso de los residuos sólidos, contenidos en una unidad de volumen.

3.32 Plataformas de fermentación.

Áreas construídas con material anticorrosivo e impermeable, destinadas para estabilizar la materia orgánica.

3.33 Receptor de agroquímicos.

Confinamiento controlado destinado exclusivamente para residuos provenientes de las actividades relacionadas con el control de plaguicidas.

3.34 Reutilización.

Acción de usar un residuo sólido.

3.35 Reciclaje.

Proceso de reutilización de los residuos sólidos para fines productivos.

3.36 Recolección.

Acción de recoger los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos en el equipo destinado a conducirlos a las estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final.

3.37 Relleno sanitario.

Obra de ingeniería planeada y ejecutada, previendo los efectos adversos al ambiente, para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

3.38 Residuo (desecho).

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó.

3.39 Residuo (desecho) sólido.

Cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por sí mismo.

3.40 Residuos incompatibles.

Aquellos que al combinarse o mezclarse producen reacciones violentas o liberan substancias peligrosas.

3.41 Residuo peligroso.

Todo aquel que por sus características físicas, químicas o biológicas, representa desde su generación un daño para el ambiente.

3.42 Residuo potencialmente peligroso.

Todo aquel que por sus características físicas, químicas o biológicas pueda representar un daño para el ambiente.

3.43 Residuo sólido industrial.

Aquellos generados en cualesquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción.

3.44 Residuo sólido putrescible.

El compuesto por materia orgánica, que en condiciones ambientales se biodegrada en un lapso generalmente no mayor a 120 horas.

3.45 Residuo sólido municipal.

Aquellos que se generan en casas habitación, parques, jardines, vía pública, oficinas, sitios de reunión, mercados, comercios, bienes muebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicios - y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de hospitales, clínicas laboratorios y centros de investigación.

3.46 Subproductos.

Los diversos componentes físicos de los residuos sólidos municipales, susceptibles de ser recuperados.

3.47 Tratamiento.

Proceso aplicado a los residuos para eliminar su peligrosidad o hacerlos reutilizables.

4 BIBLIOGRAFIA.

4.1 Breviario de Términos y Conceptos sobre Ecología y Protección Ambiental.

ANEXO4

NIVELES MÁXIMOS CONTAMINANTES.

CARACTERISTICAS DE LOS JUGOS LIXIVIADOS

NIVELES MÁXIMOS CONTAMINANTES

hasta el 9 de octubre, 1991

Químicos	NMC (mg/l)
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01
Tetracloruro de Carbono	0.005
Cromo(hexavalente)	0.05
Acido acetico 2,4-Diclorofenoxido	0.1
1,4-Diclorobenzeno	0.075
1,2-Dicloroetano	0.005
1,1-Dicloroetileno	0.007
Endrin	0.0002
Fluoruro	4
Lindano	0.004
Plomo	0.05
Mercurio	0.002
Clorometoxido	0.1
Nitrato	10
Selenio	0.01
Plata	0.05
Toxafeno	0.005
1,1,1-Triclorometano	0.2
Tricloroetileno	0.005
Acido acetico 2,4,5-Triclorofenoxido	0.01
Clorovinil	0.002

Tomado de la Guía de Criterios para las facilidades de la Disposición de Desechos Sólidos EPA USA. 1993.

Cuadro # 2.

CARACTERISTICAS DE LOS JUGOS LIXIVIADOS.

Componentes	Simbologia	Cantidad (mg/l)
Dureza	CaCO ₃	8000
Alcalinidad	CaCO ₃	9500
Calcio	Ca	2500
Magnesio	Mg	500
Sodio	Na	2000
Potasio	K	2000
Hierro (ferrico)	Fe	1500
Hierro (ferroso)	Fe	500
Cloro	Cl	2500
Sulfato	S	750
Fosforo	P	100
Nitrato de Amonio	NH-H ₄	500
Zinc	Zn	150
Niquel	Ni	100



ANEXOS
MARCO TEORICO

MARCO TEORICO

Deffis (1991), indica que a nivel mundial se produce diariamente casi 4 millones de toneladas de basuras domésticas, urbanas e industriales, que con una densidad media de 200 Kg/m^3 , equivalente a 20 millones de m^3 , de los cuales, solo el 30% de estos residuos se trata y el resto ya constituye un serio problema ecológico, higiénico, sanitario, político, social y económico.

PRIDE (1996), estima que en El Salvador hay una población aprox. de 5.4 millones y una densidad poblacional promedio de 240 habitantes por Km^2 con un 53% de población urbana, encontrándose concentrada en el depto. de San Salvador (1667 Hab/Km^2), el cual alberga el 29.3% de la población total del país.

ECOCIENCIA (1997), señala que en El Salvador existe una crisis de basura, ya que, en la mayoría de los municipios, los desechos sólidos son recogidos por las alcaldías y llevados a botaderos a cielo abierto, donde no reciben tratamiento adecuado, convirtiéndose en un ambiente propicio para la diseminación de todo tipo de enfermedades.

Umaná (1994), indica que solo en 80 municipios existe servicio de aseo, estimando que la producción de basura a nivel urbano es de 1500 toneladas métricas por día, de las cuales se recolecta menos del 50 % y llevada a disposiciones finales no sanitarias como botaderos a cielo abierto o rellenos simples.

Rubio , (1993 citado por PRISMA 1995), destaca el hecho que, la mala disposición de los desechos sólidos son una de las fuentes de contaminación hídrica.

Pedrosa (1988), calculó que en San Salvador, la clase alta generaba 0.70 Kg/Hab/día, la clase media 0.55 Kg/Hab/día y la clase baja 0.54 Kg/Hab/día.

Umaña (1994), estima la generación en 0.6 Kg/Hab/día.

Zepeda (1995), calcula que la generación de basura en San Salvador es de 0.680 Kg/Hab/día y que la cantidad y composición de la misma ha sufrido cambios, pasando de ser densa y casi completamente orgánica a voluminosa, menos biodegradable y con porcentajes crecientes de materiales tóxicos.

PRISMA (1995), reporta una generación de 1.12 Kg/Hab/día, afirmando que se basa en datos brindados por la alcaldía municipal de San Salvador.

Pedrosa (1988), señala que la basura de San Salvador en 1978 presentaba un peso específico aparente sin compactar de 250 Kg/m³ y que para 1981 tal peso había disminuído a 237.9 Kg/m³.

Según Deffis (1991), el pH óptimo para la descomposición anaeróbica de los desechos sólidos oscila entre 5 a 9 y ocurre en 2 fases, siendo la primera la no metánica, la cual no produce gas y prepara tales residuos para una degradación posterior y se da la generación de ácido con la consecuente baja en el pH, la segunda fase metagénica, donde hay producción de metano se considera que es la que tiene más descomposición en condiciones anaeróbicas, puesto que, la metánica

es de corta duración. Indica que la humedad óptima para la descomposición aeróbica es de un 40 a un 65% de su peso total.

Belloch et al (1985), indica que valores extremos de pH o cambios súbitos del mismo pueden acabar con la vida de los organismos acuáticos, incluso, cambios en los límites considerados aceptables son perjudiciales para algunas especies, además, la toxicidad de muchas sustancias se incrementa por cambios en pH, por ej. complejos de cianuros metálicos pueden ser 1000 más tóxicos con un disminución de pH de 1.5, también el efecto bactericida del cloro disminuye al aumentar el pH.

EPA (1989), establece que en un proceso de incineración de desechos municipales, las cenizas de fondo constituyen del 75 al 90% del total producido, dependiendo de la tecnología empleada, formando el resto las cenizas volantes que contribuyen a la polución.

Belloch et al(1985), indica que las cenizas son fuente de emisión de polvo, lo cual actúa directamente sobre las mucosas, afectándolas o inutilizándolas y actúa directamente como vehículo en el que viajan otros compuestos cancerígenos, aumentando su penetración. Agrega que la presencia de materia orgánica en cuerpos de agua está relacionada directamente con las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, carbono orgánico total y oxígeno disuelto, lo cual genera serias alteraciones en el ciclo de vida de los organismos que habitan en tales cuerpos. Así mismo sostiene que el fósforo produce un incremento del crecimiento

de las algas asociado a nutrientes disueltos; en particular los compuestos de fósforo son esenciales para el crecimiento de plantas y organismos.

Sermeño s.f. señala que la contaminación del agua, aire y suelo tiene muchas causas, siendo la presencia de los desechos sólidos una de las principales, así se tiene que, los ríos, mares, lagos y mantos acuíferos se han contaminado por ser utilizados como medios de transporte de tales desechos, sumándose a los desechos agroquímicos y pesticidas. Añade que el aire se ha contaminado por la combustión de diversos desechos, entre estos los domésticos, lo cual incide en la producción de smog y lluvia ácida, aumentando con ello las enfermedades respiratorias y de la piel.

Torres (1990), considera que los jugos lixiviados son el principal problema de contaminación en un relleno sanitario, ya que tales líquidos se han percolado o drenado de un desperdicio sólido, conteniendo materiales miscibles solubles, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desperdicio al hacer contacto con el agua a través de la precipitación o por filtración de las mismas cercanas al botadero.