



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

INSTITUTO DE INGENIERIA

*Tratamiento y disposición
de Residuos Sólidos en
Jalcomulco, Ver.*

T E S I N A

Que para obtener el Grado de
Maestra en Ingeniería Ambiental

P R E S E N T A

Biol. Clementina Barrera Bernal

H. Veracruz, Ver.

Agosto 1997

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Tesis de Maestría



UNIVERSIDAD VERACRUZANA INSTITUTO DE INGENIERIA

H. Veracruz, Ver., Julio 9 de 1997
DI284/97

Al candidato al Grado:
BIOL. CLEMENTINA BARRERA BERNAL
P R E S E N T E:

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Dr. David Riestra Díaz, para que lo desarrolle como tesina, para obtener el Grado de Maestra en Ingeniería Ambiental:

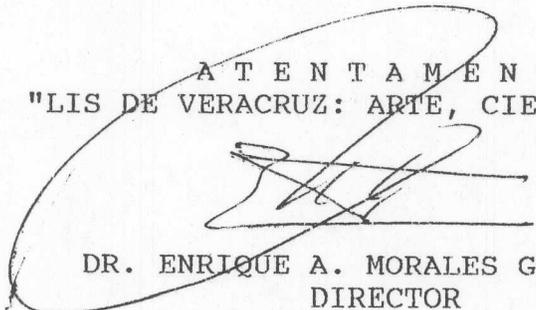
T E M A:

TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE RESIDUOS
SOLIDOS EN JALCOMULCO, VER

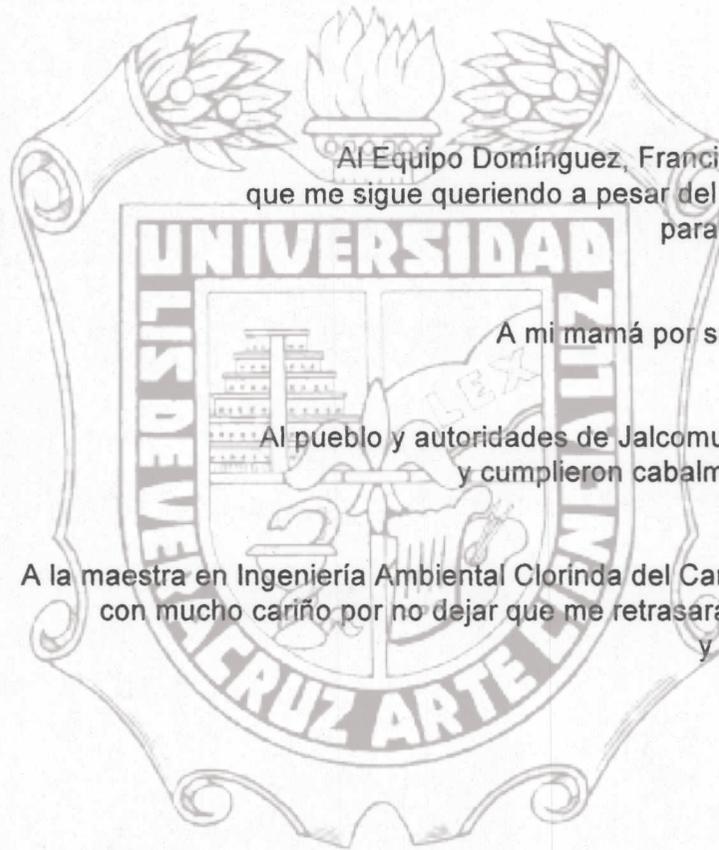
- I .- Introducción
- II .- Planteamiento del Problema
- III .- Justificación
- IV .- Marco de Referencia
- V .- Marco Teórico y Conceptual
- VI .- Estrategia
- VII .- Hipótesis de Trabajo
- VIII .- Objetivos y Metas
- IX .- Metodología
- X .- Resultados
- XI .- Conclusiones
Bibliografía
Apéndices

Sin otro particular, me es grato quedar de Usted como su atento y seguro servidor.

A T E N T A M E N T E
"LIS DE VERACRUZ: ARTE, CIENCIA, LUZ"


DR. ENRIQUE A. MORALES GONZALEZ
DIRECTOR

DEDICATORIAS



Al Equipo Domínguez, Francisco, Clemen y José,
que me sigue queriendo a pesar del tiempo que les robé
para realizar la maestría.

A mi mamá por su apoyo de siempre.

Al pueblo y autoridades de Jalcomulco que colaboraron
y cumplieron cabalmente con su trabajo.

A la maestra en Ingeniería Ambiental Clorinda del Carmen Sarabia Bueno
con mucho cariño por no dejar que me retrasara, por su entusiasmo
y por los días difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Cuando se logra algo siempre hay un equipo detrás.

El Dr. David Riestra Díaz, director de este trabajo, revisó, corrigió y aportó ideas para que pudiera culminarse, sin su gran calidez humana y su ayuda incondicional no se hubiera terminado.

El M. en A. Jorge Ramírez Juárez y el Ing. Bernardo Domínguez Zárate, Secretario Académico y Director General de Apoyo al Desarrollo Académico de la Universidad Veracruzana, cumplieron adecuadamente con la profesionalización del docente y apoyaron mi formación académica. El Director General del Área Biológica-Agropecuaria, M.V.Z. José Siliceo Romero siempre estuvo pendiente de nuestro trabajo y respaldó todas las acciones para que pudiera cursar la maestría.

La Comisión Revisora, integrada por el Dr. Enrique Morales González, la Dra. Guadalupe Rodríguez Jiménez, hizo acertadas sugerencias que hicieron más fructífero el trabajo. Estela Montes Carmona, maestra en Ingeniería Ambiental, leyó el manuscrito, recomendó adecuaciones y siempre tuvo una sonrisa para mí.

Mis maestros: Riestra, Solís, Cruz, Bernardo, Flores Fuentes, Hernández Marceliz, Revilla, Diana, Balderas, Asiain y Ariza, realizaron íntegramente su labor docente y contribuyeron con su tiempo en mi formación.

El Secretario Académico Ing. Enrique Rodríguez Magaña hizo que los trámites administrativos y mi estancia en el Instituto de Ingeniería fueran más agradables. En esto también colaboraron Adelaida, Carmen, Leti y Rosita.

Adrián García con paciencia y sin retribución económica elaboró las caricaturas.

Por último el apoyo ilimitado que ofreció el Centro de Servicios Municipales "Heriberto Jara" A. C. permitió desarrollar debidamente las actividades del proyecto.

A todos ellos, y a muchos otros que sería difícil enumerar, muchas gracias.

Barrera Bernal, C. "Treatment and disposal of solid waste in Jalcomulco, Ver." Environmental Engineering Department, Engineering Institute: Universidad Veracruzana. Dissertation Supervisor: Ph. D. Riestra Díaz, D. Veracruz, México, 1997.

ABSTRACT

This study represents the way to give the solution to a problem of house solid waste in a country district of Veracruz state. Elements of technical analysis were incorporated: a) the fixing of the generation about solid waste, b) volumetrical weight, c) the quantification of by-products, d) the location of a place to install the sanitary filling-in within an educative factor in order to become aware of and down the solid waste and e) the making up about retraining.

It was found out that solid waste in Jalcomulco, Ver. is $0.325 \text{ kg people}^{-1} \text{ day}^{-1}$, volumetrical weight is 160 kg m^{-3} , by-products with the biggest ratio are food remains (44.85 %).

It has not existed standing orders of public cleaning the method to collecting is on fixed stop corners. You can realize the storage of suitable infrastructure. It is advisable to place the sanitary landfill the northeast from the district. This is because the other places do not match with the official Mexican rules. Those places are located close to people, cultivation and the levels of groundwater table are not deep.

The choice of objective groups for the educational work is described and the form of participation, the design of educational workshops, achievements and information to get a good participation of the community. In the conclusion, this is the main idea to obtain materials. It suggests to modify the manner to work together. It implants two ways of harnessing and separation of remains whereas the generation origin as the beginning of the program.

Finally, it does a description to put on the market the waste solid. It presents a list of the places and prices. It gives tips about the by-products in order to be accepted in the industry. It takes into account that there a bit ecological ripeness at the recycling industry, too much by-products and a supply insured of retrain inputs to industries. The best way to get by-products of waste solid into a buying and selling center is to reach a trade agreement straight with industries and found regional network centers of store.

Barrera Bernal, C. "Tratamiento y disposición de residuos sólidos en Jalcomulco, Ver." Departamento de Ingeniería Ambiental. Instituto de Ingeniería: Universidad Veracruzana. Asesor de Tesina: Dr. David Riestra Díaz, Veracruz, México, 1997.

RESUMEN

Se presenta en este estudio, el trabajo realizado para dar solución a la disposición de residuos sólidos domiciliarios en un municipio rural del estado de Veracruz. En el desarrollo del mismo se incorporaron elementos de análisis técnico, como son la determinación de la generación de residuos sólidos, de peso volumétrico, la cuantificación de subproductos y la ubicación de una zona para la instalación del relleno sanitario, con elementos de tipo educativo, para que a través de un proceso de enseñanza se logre el cambio de actitud y así reducir el volumen de los residuos sólidos generados y la recuperación de productos reciclables.

Se encontró que la generación de residuos sólidos en Jalcomulco, Ver., es de $0.325 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, su peso volumétrico es de 160 kg m^{-3} ; los subproductos con mayor porcentaje son los residuos alimenticios (44.85 %).

No existe reglamento de limpia pública, el método de recolección es el de esquina y parada fija y se aprecia una falta de infraestructura adecuada para prestar el servicio.

Se recomienda ubicar el relleno sanitario en la zona noreste del municipio ya que las áreas restantes no reúnen las condiciones que marca la norma oficial mexicana, se encuentran cerca de lugares poblados, ocupados por algún tipo de cultivo y los niveles del manto freático son poco profundos.

La elección de grupos meta para el trabajo educativo es descrita, así como las formas de participación, el diseño de talleres educativos y los logros y ajustes que se recomiendan para alcanzar una participación comunitaria eficaz. Concluyéndose que esta es la parte medular en toda intención de recuperación de materiales, sugiriéndose modificar la estrategia de trabajo comunitario e implementar dos tipos de captación y separación de residuos considerando la fuente generadora como inicio del programa.

Finalmente se hace una descripción del mercado de los residuos sólidos. Se presenta un listado de sitios y precios, y se dan indicaciones de las condiciones que deben cubrir los subproductos para ser aceptados por la industria. Encontrándose que hay poca madurez ecológica de la industria recicladora, un potencial de aprovechamiento de subproductos y un suministro asegurado de insumos reciclables a las industrias y que la mejor forma de canalizar los subproductos de los residuos sólidos a un centro de compraventa es generar convenios directamente con las industrias y establecer una red regional de centros de acopio.

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

INDICE

ABSTRACT	iii
RESUMEN	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. JUSTIFICACIÓN	5
IV. MARCO DE REFERENCIA	6
4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	6
4.2. Descripción geográfica del municipio de Jalcomulco, Ver	7
4.3. Marco jurídico municipal	11
4.4. Organización del gobierno municipal	12
4.5. Marco jurídico ambiental	16
4.6. Marco jurídico educativo	21
V. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	23
5.1. Concepto de residuos sólidos	23
5.2. Clasificación de los residuos sólidos	24
5.3. Generación de residuos sólidos	26
5.4. Composición de los residuos sólidos	28
5.5. Disposición inicial y recolección de los residuos sólidos	29
5.6. Métodos de disposición final de residuos sólidos	34
5.6.1. Relleno sanitario	34
5.6.2. Incineración	36
5.6.3. Compostaje	39
5.6.4. Reciclado o recuperación de materiales	40
5.6.4.1. Características y recuperación de materiales	42
5.6.5. Procesos químicos	49
5.6.6. Procesos bioquímicos	50
5.7. Gestión de los residuos sólidos	50
5.8. Educación ambiental	52
5.8.1. Objetivos, principios orientadores y metodología	52
5.8.2. Niveles de la educación ambiental	56
5.8.3. Vertientes y estrategias de la educación ambiental	56
5.8.4. Actividades de la educación ambiental no formal	57
5.9. Educación y municipio	59
5.9.1. Participación comunitaria	59
5.9.2. El programa de educación ambiental municipal	60

VI. ESTRATEGIA	64
VII. HIPOTESIS DE TRABAJO	65
VIII. OBJETIVOS Y METAS	65
IX. METODOLOGÍA	66
X. RESULTADOS	68
10.1. Datos de población	68
10.2. Producción de basura	69
10.2.1. Generación de basura	71
10.2.2. Peso volumétrico	74
10.2.3. Análisis de subproductos	74
10.2.4. Volumen total de basura municipal	75
10.3. Situación actual de recolección y disposición de basura	76
10.3.1. Reglamentación	76
10.3.2. Sistema de recolección	76
10.3.3. Turnos	77
10.3.4. Ruta	77
10.3.5. Vehículo	77
10.3.6. Personal	79
10.3.7. Basurero oficial	79
10.4. Análisis de zonas aptas para el relleno sanitario	79
10.4.1. Definición del área de estudio	79
10.4.2. Descripción de las zonas analizadas	80
10.5. Talleres Educativos	89
10.5.1. Diseño de los talleres y folletos de divulgación	89
10.5.2. Elección de grupos meta	90
10.5.3. Actividades realizadas	91
10.5.4. Los talleres y la participación comunitaria	92
10.6. Estudio de Mercado de los residuos sólidos	94
10.6.1. Importancia del estudio de mercado	94
10.6.2. Objetivos del estudio de mercado	95
10.6.3. Definición del producto	95
10.6.4. Demanda regional de residuos sólidos	98
10.6.5. Análisis de la oferta	102
10.6.6. Análisis de precios	103
10.6.7. Canales de comercialización	104
10.7. Discusión General	106
XI. CONCLUSIONES	109
BIBLIOGRAFIA	110
APENDICES	
APENDICE 1. Resumen de Normas Oficiales Mexicanas	
APENDICE 2. Cédulas de campo para el análisis de los residuos sólidos	
APENDICE 3. Diseño del taller y folletos de divulgación	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipo de cultivo y superficie cultivada en el municipio de Jalcomulco, Ver.	10
Tabla 2.	Concordancia internacional de Normas Oficiales Mexicanas de calidad	20
Tabla 3.	Composición de la basura en el estado de Veracruz	28
Tabla 4.	Clasificación de los residuos sólidos en base a su vocación genérica	29
Tabla 5.	Ventajas y desventajas de los diversos recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos sólidos	30
Tabla 6.	Datos de población estimados a 25 años para el municipio de Jalcomulco, Ver.	70
Tabla 7.	Estimación de la producción de volumen de residuos sólidos domésticos para el municipio de Jalcomulco, Ver.	72
Tabla 8.	Estimación de la producción de volumen de residuos sólidos domésticos para la comunidad de Jalcomulco, Ver.	73
Tabla 9.	Composición física de los residuos sólidos domésticos de Jalcomulco, Ver.	75
Tabla 10.	Calificación del sitio para relleno sanitario según condiciones edafológicas	88
Tabla 11.	Comparación de materia prima y reciclada necesarias para producir una tonelada de aluminio y de papel y cartón	95
Tabla 12.	Condiciones de entrega de productos reciclables	97
Tabla 13.	Centros de compraventa de residuos sólidos ubicados en la ciudad de Xalapa, Ver.	99

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Ubicación geográfica y croquis municipal del municipio de Jalcomulco, Ver.	8
Fig. 2.	Organigrama del Honorable Ayuntamiento del municipio de Jalcomulco, Ver.	16
Fig. 3.	Rutas para la recolección de residuos sólidos municipales en Jalcomulco, Ver.	78
Fig. 4.	Carta municipal de geología del municipio de Jalcomulco, Ver.	82
Fig. 5.	Carta municipal de edafología del municipio de Jalcomulco, Ver.	83
Fig. 6.	Carta municipal de hidrología superficial y subterránea del municipio de Jalcomulco, Ver.	84
Fig. 7.	Carta municipal de cultivos y vegetación del municipio del Jalcomulco, Ver.	85
Fig. 8.	Carta municipal de topografía y población del municipio de Jalcomulco, Ver.	86
Fig. 9.	Proyección de la demanda de latas de aluminio (1987-1997)	101
Fig. 10.	Comportamiento histórico del consumo de latas de aluminio	103

I. INTRODUCCIÓN

El hombre forma parte integral del ambiente, siempre ha estado en contacto con el y lo ha usado para obtener alimento y vestido. La sociedad primitiva producía desechos y debido a la escasa población, éste volumen no era significativo, además, en su mayoría estaba constituido por materia orgánica la cual lograba reintegrarse de manera rápida y eficaz al medio; sin embargo, el crecimiento exponencial de estas sociedades y el desarrollo de la actividad industrial, sobre todo en los últimos dos siglos, han generado, además de una sobreexplotación de los recursos naturales, un incremento cada vez mayor y más preocupante de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos. Estos tres tipos de desechos producen un efecto dañino sobre la tierra, el agua y el aire, y consecuentemente constituyen un peligro para la integridad física y social de la humanidad si no se hace algo al respecto antes de que pueda convertirse en un daño irreversible.

En algunos países, como el nuestro, de alguna manera se han implementado acciones para, en el mejor de los casos, evitar al máximo este tipo de problemas; sin embargo, los esfuerzos al respecto han sido poco fructíferos; con respecto a la basura por una parte resuelven el problema al eliminar de las calles, de las grandes urbes y de los demás núcleos de población, el acumulamiento de los desechos sólidos, pero por desgracia estos en su mayoría no son reciclados, siendo la mejor manera de "deshacerse" de ellos la de acumularlos en un lugar determinado, el cual a la larga trae grandes problemas y consecuencias por el crecimiento poblacional y por ser un foco fácil de propagación de infecciones.

Pensar en "basura" genera un rechazo inmediato hacia esta, pero aunque no se quiera se convive con ella, no solo en nuestros hogares sino a la vuelta de cualquier esquina, en las orillas de las carreteras o en los muchos tiraderos que proliferan en todas partes. No obstante se cree que esa realidad es un problema que le concierne a "los otros", a "algunos" trabajadores, a instituciones del gobierno o a "alguien" de la sociedad (Aguilar y Salas, 1993).

Por lo general, los pequeños centros de población carecen de servicio de recolección y disposición final de residuos, los desechos son tirados a cursos de agua y predios baldíos; en caso de que se proporcione el servicio, éste es deficiente debido a que se cuenta con equipos obsoletos e insuficientes.

El H. Ayuntamiento Municipal de Jalcomulco, Veracruz (trienio 92-94), planteó al Centro de Servicios Municipales "Heriberto Jara" A. C. (CESEM A. C.) la necesidad técnica y ecológica de remover el actual basurero localizado en la cabecera municipal que se encuentra al aire libre. El CESEM A. C. a su vez solicitó a la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana la elaboración de una propuesta para la solución de este problema. Para tal efecto se elaboró un proyecto de Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos en este municipio.

El proyecto fue presentado al Fondo para la Modernización de la Educación Superior (FOMES), y fué aprobado bajo el registro P/FOMES 93-31-06(08), y se asignó a la Dirección General del Área Biológica-Agropecuaria de la Universidad Veracruzana, para su puesta en marcha y operación. Teniendo en cuenta las orientaciones de la Facultad de Biología y la línea prioritaria de FOMES, de vinculación Universidad-Comunidad, se diseñó un proyecto educativo-ecológico considerando, como acción complementaria incluir la propuesta de ubicación de un relleno sanitario.

Se adoptan así tres grandes líneas de acción: 1) Educación Ambiental, 2) Ambiente Sano y 3) Participación Comunitaria. Estas líneas se encuentran presentes en las dos fases que componen el proyecto:

A. Educativa: a.1. Recuperación de subproductos
a.2. Producción de Composta

B. Propuesta Técnica: b.1. Ubicación del Relleno Sanitario

Para la realización de la fase educativa (fase A) se contó con el apoyo de P/FOMES 93-31-06(08). Esta fase incluye el diseño y aplicación de talleres de participación comunitaria divididos en tres temas:

- a. Problemática General de la Basura en la Región de Jalcomulco
- b. Tratamiento de desechos transformables: Composteo
Tratamiento de desechos recuperables: Reciclaje
- c. Propuestas de acción
 - c.1. Centro de Acopio
 - c.2. Composteo Casero
 - c.3. Producción de composta en grandes cantidades

Estos talleres, primeramente, se dirigen a los maestros de escuelas primarias y secundarias, considerándose después aplicarlos a las amas de casa, jóvenes y ejidatarios. Se elaboran además folletos de divulgación y difusión para cada uno de los temas arriba mencionados.

Finalmente se realizó un estudio de mercado para establecer las rutas de comercialización de subproductos de la basura para fundamentar el establecimiento de un centro de acopio y que este, eventualmente, se convierta en una microempresa.

En los estudios y proyecciones de la fase de propuesta técnica (fase B) se obtuvo información sobre la generación de basura en Jalcomulco a través de muestreo, siguiendo la norma oficial mexicana que la SEDESOL (hoy SEMARNAP) establece, de la misma forma se procedió para la selección y cuantificación de subproductos. En la selección del sitio destinado al relleno sanitario se tomó en cuenta el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994 (actualmente NOM-083-ECOL-1996).

La integración del presente trabajo constituye un primer soporte del Proyecto de Tratamiento y Disposición de Sólidos en Jalcomulco, Veracruz y su puesta en marcha y operación forma parte de las acciones coordinadas entre la Dirección General

del Área Biológica-Agropecuaria (Facultad de Biología) de la Universidad Veracruzana, el Centro de Servicios Municipales "Heriberto Jara" A. C. y el H. Ayuntamiento de Jalcomulco, Ver.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto de Jalcomulco nace de la inquietud de sus habitantes y de las autoridades locales por conocer y evaluar la situación real por la que atraviesa el municipio y la manera en que puede obtenerse el mayor provecho. Así surge la necesidad de buscar a instituciones y personal competente que puedan realizar estudios y plantear las soluciones más viables respecto a los problemas más acentuados entre los que encontramos aspectos sociales, políticos, económicos y ecológicos. Jalcomulco es una comunidad que cuenta con un gran potencial de producción y desarrollo pero que no ha sido explotado adecuadamente debido a diversos problemas, tales como: el cultivo tradicional, la escasez de implementos agrícolas y ganaderos, la poca explotación turística y la escasez de ingresos por parte del municipio.

Uno de los principales problemas de contaminación es la generación y disposición de residuos sólidos (a los que comúnmente se les denomina basura). En casi todas las poblaciones de nuestro estado resulta común depositar la basura en un sitio medianamente alejado de la población, sin someterla a ningún tratamiento, esto es llamado tiradero a cielo abierto, en ocasiones ésta se quema domiciliarmente o bien en plena calle por los vecinos o bien se acostumbra tirarla en las vías de comunicación; como son carreteras, terracerías, brechas, etc., así como en lagos, ríos y hasta en el propio mar.

Esta actitud es un reflejo de diferentes factores; entre ellos destacan:

- a) La ignorancia sobre el riesgo potencial para la salud y el bienestar de la comunidad
- b) El desconocimiento sobre las técnicas existentes de tratamiento de basura
- c) La falta de planeación en el crecimiento de poblados y ciudades
- d) El bajo nivel cultural y cívico que en promedio poseen las comunidades de nuestro estado
- e) Los escasos recursos económicos que posee la comunidad para atender este servicio
- f) Una combinación entre la apatía del ciudadano y la actitud generalizada de los responsables de la administración de servicios públicos al ignorar lo referente a la disposición de basura, hasta que

ésta provoca serios daños en la salud de la comunidad o bien al ambiente

- g) La existencia de fuertes intereses económicos particulares en la recuperación de materiales de desecho

Actualmente los residuos sólidos municipales (RSM) en Jalcomulco se depositan en un área que dista 100 m del cauce del Río Los Pescados y durante las avenidas o crecientes es arrastrada aguas abajo constituyéndose en un factor más de contaminación del recurso acuático. Es un tiradero a cielo abierto, que tiene repercusiones en la calidad del aire, agua y suelo, así como en la salud de los habitantes por las emanaciones de gases que producen malos olores, la generación de lixiviados y la proliferación de fauna nociva.

En México se han hecho estudios a este respecto y hasta se han ejecutado algunos proyectos con resultados que han sido, sino del todo satisfactorios, muy alentadores, esto ha originado que se de por hecho, como una buena medida al problema del manejo de los desechos sólidos, el uso del composteo, el relleno sanitario y el reciclaje de plásticos, papeles, vidrios y metales, además de la incineración y de la pirólisis.

El reciclaje representa una práctica que se ha venido realizando con el concurso de pepenadores, y puede reportar un beneficio económico; sin embargo, su mejor virtud es ambientalista ya que impide un desperdicio energético del material depositado en un relleno sanitario o bien sea incinerado, y por ello se previene la contaminación de suelo, agua y aire.

Dentro de los aspectos sociales encontramos que el H. Ayuntamiento cuenta con un camión de volteo para el servicio de recolección, es de esperar que la producción de basura vaya en aumento y no se vea compensada con el aumento de unidades recolectoras, esto generará en un mediano plazo un problema grave de contaminación, pues se pronostica grandes y continuos volúmenes de basura que serán acumulados en las esquinas y bocacalles del municipio y que sin duda representan un alto riesgo de salud pública.

Por otro lado uno de los objetivos de la reforma educativa es vincular a los alumnos con su entorno local, sin embargo resulta difícil articular los contenidos de las materias, del área de Ciencias Naturales por ejemplo, con los problemas que presenta la comunidad por la falta de una cultura ambientalista.

Considerando lo anterior se planteó la siguiente pregunta: ¿Es posible desarrollar un proyecto educativo y un estudio técnico para resolver la problemática de los residuos sólidos municipales en Jalcomulco, Veracruz?

III. JUSTIFICACIÓN

En México la administración de la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos sólidos, en sus respectivas jurisdicciones, es responsabilidad de los municipios y el gobierno estatal. Esto proviene de un mandato constitucional y responde a una política en los tres niveles de gobierno, federal, estatal y municipal, que buscan proteger la salud pública y el bienestar social, prevenir la contaminación del agua, del aire y del suelo, prevenir la propagación de enfermedades y el desarrollo de plagas, conservar los recursos naturales, realzar la belleza y la calidad del medio ambiente.

El municipio de Jalcomulco cuenta con aproximadamente una población de 4111 habitantes (INEGI, 1990) quienes producen varias toneladas de basura al mes, constituida en su mayor parte por desechos orgánicos que son depositados en el basurero municipal, ubicado a 2.5 km de la cabecera, aproximadamente a 100 m de la cuenca del río Los Pescados. El H. Ayuntamiento dedica al servicio de limpia pública \$ 11 600.00 mensuales, entre pago de personal, pago de gasolina y lubricantes, además de reparación y conservación del vehículo, esto representa el 15.61 % del presupuesto municipal mensual.

Actualmente la mezcla de desperdicios hace que la basura originada principalmente en las casas habitación provoque contaminación, malos olores y enfermedades infecciosas, la separación de la basura mezclada representa un alto costo por lo cual no se lleva a cabo y sigue aumentando el impacto al ambiente. Es por ello que si se procede a no revolver los desechos orgánicos e inorgánicos y los peligrosos, se evitará más contaminación y los desechos se podrían reciclar obteniendo un ingreso que, eventualmente, subsanaría algunas necesidades comunitarias.

Las ventajas obtenidas por la separación de los desechos sólidos son muchas y muy importantes, como ejemplo mencionaremos las siguientes: si conservamos separados los desperdicios, en lugar de convertirlos en basura, prevendremos que contaminen, ofreciendo la ventaja de un posible reciclaje; el 80 % de los desperdicios se encuentran limpios por lo tanto son más factibles de ser vendidos; se ahorra una buena parte del presupuesto del municipio en sistemas de limpia y mano de obra, si se informa a la ciudadanía sobre la separación de estos desechos; al separarlos la población misma se dará cuenta de que muchos de estos son reciclables; se reduce en gran escala el volumen de los basureros municipales reduciéndose también el tiempo de incineración; a largo plazo se puede establecer la pauta como consumidor responsable y que el productor modifique la política de su empresa, vendiendo productos con envoltura de fácil reciclaje.

Además con la participación directa del gobierno municipal se resolverá en forma integral la problemática de los desechos sólidos, mediante acciones específicas adaptadas al tamaño de la población, a su densidad demográfica y a su

topografía. Debe considerarse además el impacto institucional que este trabajo representa ya que de los 207 municipios que forman el estado de Veracruz solo 32 ciudades grandes cuentan con un diagnóstico de la situación de los residuos sólidos municipales (Gov. Edo. de Veracruz, 1991), y la mayoría de los municipios considerados rurales no están en posibilidad financiera de llevarlo a cabo, en este sentido se logra una vinculación entre la Universidad y la comunidad. Además los maestros de la escuelas locales adquirirán conocimientos suficientes acerca de la problemática a nivel local y desarrollarán habilidades para complementar dentro del programa de estudios los conocimientos adquiridos al respecto. Este es un proyecto piloto, del cual se espera el mejor resultado posible y que además sirva como base para implementarse en otras comunidades y colonias.

IV. MARCO DE REFERENCIA

En el presente capítulo se hace la descripción geográfica de la zona de trabajo, se incluye una reseña histórica de la reglamentación sobre residuos sólidos y además se reúnen los elementos que, jurídicamente, establecen la organización y responsabilidad del gobierno municipal en el tratamiento y disposición de los residuos sólidos.

4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

El Estado de Veracruz se encuentra integrado por 207 municipios y con una población de poco más de 6 215 000 habitantes distribuidos en los 72,410 km² de superficie territorial (Gov. Edo. de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística, Geología e Informática, 1990). Aunque la producción de residuos sólidos municipales domésticos varía según el municipio y estrato social de sus habitantes, cada persona que vive en el Estado de Veracruz produce, en promedio, 0.391 kg de basura por día (Gov. Edo. de Veracruz, 1992).

En la zona cercana a Jalcomulco existen grandes concentraciones poblacionales, tal es el caso del municipio de Coatepec y Xalapa, en los cuales se han hecho estudios que abarcan diversos aspectos: sociales, políticos, económicos y algunos de aspectos biológicos. Entre los estudios referentes al problema de la basura, se elaboró una propuesta técnica de ubicación de un relleno sanitario para estas dos ciudades (Gov. Edo. de Veracruz, 1991) pero no se ha diseñado ninguno referente al reciclamiento de desechos.

Debido al apoyo obtenido por parte de la autoridades, el municipio de Jalcomulco ha sido estudiado en varios aspectos, por parte de la Facultad de Biología y como trabajo de investigación algunos alumnos hicieron un listado florístico de las plantas medicinales silvestres del municipio (Hernández y col., 1995), otros alumnos

investigaron los principales recursos forestales del mismo. Alumnos de la Facultad de Arquitectura realizaron en 1991 un diagnóstico comunitario, abarcando diversos aspectos como: ubicación, tipo de suelo, flora y fauna, características del medio físico artificial (mancha, traza y paisaje urbano); aspectos socioeconómicos (pirámide de edades, sectores de la población, etc.); aspectos socio-culturales y vivienda vernácula; de este diagnóstico se derivó el Plan Municipal de Desarrollo que guiaría la acciones del ayuntamiento (H. Ayuntamiento de Jalcomulco, 1993), este último es el único estudio formal de relevancia que se ha realizado en este municipio. Lo que a continuación se describe es un resumen del Diagnóstico citado en el Plan de Desarrollo.

Jalcomulco, es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre, se encuentra ubicada al sur de los límites territoriales del municipio, el acceso a esta comunidad es por medio de la carretera estatal Xalapa-Totutla, la cual tiene un ramal de aproximadamente 8 kilómetros a la mancha urbana. Topográficamente el área que ocupa la comunidad es sensiblemente plana, rodeada por cerros en la parte norte y noroeste; y por mesetas en la parte sur, tiene una franja de terreno plano que va de poniente a oriente hasta encontrarse con el municipio de Apazapan. La topografía favorece el desalojo de las aguas pluviales por medio del río Los Pescados (Cuenca La Antigua) que pasa tangente al área urbana actual (Fig. 1).

4.2. Descripción geográfica del municipio de Jalcomulco, Ver.

El tipo de suelo predominante es el derivado de las piedras calizas, en relieves excesivos como las barrancas y laderas muy pronunciadas con alta peligrosidad y afloramientos calizos.

Su clima se caracteriza por ser bastante caluroso, el número de meses secos es de seis, concentrándose la lluvia en cuatro meses: de Junio a Septiembre. Esta región se encuentran en la zona de transición de los alisios y de los climas ecuatoriales.

La comunidad de Jaicomulco, tiene una cuenca principal que es la cuenca del río Los Pescados, ubicado en la parte sur y pasa tangente a la mancha urbana actual. Las corrientes superficiales, ocasionadas por las aguas pluviales, y el colector de aguas negras de la comunidad desembocan directamente al río. Un aspecto muy importante que se notó, es que en tiempo de lluvias el río crece acarreado un gran nivel de aguas que golpean en un talud de tierra ubicado en la zona suroeste de la mancha urbana y que está ocasionando desbordes de tierra.

Por su fisiografía el municipio se localiza en dos provincias: Eje Neovolcánico y Llanura Costera del Golfo Sur; la mayor parte del territorio corresponde a la primera, específicamente a la subprovincia 14 de la Sierra de Chiconquiaco caracterizada por lomeríos tendidos con cañadas. Hacia el sureste está la segunda provincia, particularmente la subprovincia de la Llanura Costera



Fig. 1. Ubicación geográfica del municipio de Jalcomulco, Ver.

Veracruzana caracterizada por ser una llanura de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos. Geológicamente está representado por rocas ígneas extrusivas y sedimentarias, las formaciones geológicas predominantes son: toba intermedia, toba básica, brecha volcánica básica, arenisca conglomerado, aluvial y caliza. Según su edafología tiene suelos de tipo Vertisol pélico, Feozem háplico, Regosol eútrico, Luvisol órtico y Litosol.

Su vegetación es de tipo bosque mediano o bajo subtropical, cuenta con especies como: el palo bobo (*Ipomoea murucoides*), rajador (*Lysiloma divaricata*), chaca (*Bursera simaruba*), tepame (*Acacia pennatula*), guasima (*Guazuma ulmifolia*), espino (*Acacia cornijera*), chijol (*Piscidia piscipula*), jocolosochil, raspilla, casuarina (*Casuarina equisetifolia*), encino (*Quercus rugosa*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), higuera (*Ficus maxima*), sauce (*Salix humboldtiana*), nacaxtle (*Entherolobium cyclocarpon*), etc., y entre las especies frutales que vegetan, a diferentes climas y altitudes en forma silvestre; el chicozapote, ciruela (*Spondias purpurea*), tamarindo (*Tamarindos indica*), jobo (*Spondias mombium*), nanche (*Birsonima crassifolia*). En términos más generales, se considera que el uso del suelo en esta zona está determinado por: agricultura de temporal, pastizales inducidos, selva baja caducifolia y cultivos de plantación de mango.

Existe una gran variedad de animales silvestres, en entre los que se encuentran: tejón (*Nassua narica*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus spp.*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), zorrillo (*Mephitis spp.*), venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tuza (*Thomomys spp.* y *Pappogeomys spp.*); entre las aves como: la paloma morada (*Columba flavirostris*), jilguero (*Myadestes obscurus*), zenzontle (*Mimos polyglottos*), gorrión (*Carpodacus mexicanus*), mulato (*Melanotis caerulescens*), pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*), chitero (*Falco spp.*), correcamino (*Geococcyx velox*), calandria (*Icterus spp.*), gavilán (*Buteo spp.* y *Accipiter spp.*), canario, carpintero (*Campephilus spp.* y *Melanerpes spp.*), tordo (*Molothrus spp.*), tecolote (*Otus asio* y *Glaucidium spp.*), zopilote (*Caragyps ostratus*), lechuza (*Tyto alba*); entre los reptiles se encuentran: la víbora de cascabel (*Crotalus spp.*), coralillo (*Lampropeitis spp.*, *Imantodes spp.* y *Micrurus spp.*), milpera, bejuquillo (*Oxybelis spp.*), tepocho (*Agkistrodon spp.*), chirrionera (*Natrix spp.*), culebra negra (*Coluber constrictor*) y culebra de agua (*Thamnophis spp.*).

La comunidad de Jalcomulco tiene una gran variedad de productos que en forma cíclica van sembrando y cosechando, se combina agricultura de temporal con cultivos permanentes. El tipo de cultivo y el número de hectáreas destinadas a cada uno se aprecian en la tabla 1.

Además el municipio cuenta con 388 ha de bosques, 180 ha de zonas pantanosas, 60 ha de mancha urbana, dando un total de 4032 hectáreas de superficie.

Tabla 1.-Tipo de cultivo y superficie cultivada en el municipio de Jalcomulco, Ver.

CULTIVO	ÁREA CULTIVADA (ha)
Caña	204
Maíz	684
Café	222
Pastos	344
Frijol	60
Cacahuete	120
Piñan	49
Mango	1730
TOTAL	3404

Históricamente el crecimiento de la comunidad de Jalcomulco, ha sido lento, hasta la realización de este estudio, según datos que presenta el XI Censo General de Población y Vivienda de 1990. La comunidad de Jalcomulco cuenta con 2325 habitantes, de los cuales 1161 son de sexo masculino y 1164 de sexo femenino. El crecimiento lento se debe a que la mayoría de las personas de esta comunidad son naturales del lugar y el fenómeno de la inmigración y emigración prácticamente no ocurre.

La organización familiar es de forma tradicional en la que el hombre es el jefe de la familia, es guía toma las decisiones y la mujer e hijos se encuentran supeditados a éstas. En lo que respecta a la organización social, se pudo apreciar que realmente les interesa su bienestar y el mejoramiento de la comunidad. Cada ocho o quince días se realizan juntas para proponer mejoras y realizar faenas para la construcción de obras y poder contribuir al desarrollo del municipio.

El recurso financiero es indispensable para poder llevar a cabo sus proyectos o acuerdos, es por esto que se crean comités sociales para gestionar cualquier tipo de proyecto y recibir ayuda, en proporción, por parte del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.

La Población Económicamente Activa está integrada por 766 personas, se encontró que 907 personas representan la población económicamente inactiva. Dentro del sector primario tenemos que 644 personas trabajan para la agricultura y la ganadería; mientras que en el sector secundario; transformadores de la materia, se tienen a 42 personas que son albañiles, betuneros, costureras o sastres, etc. y el sector terciario se integra por 80 personas que son prestadores de servicios, donde se encuentran fotógrafos, policías, verduleros, tortillerías, choferes, etc.

En su mayoría, la zona sensiblemente plana de la comunidad de Jalcomulco se encuentra lotificada, destinando la mayor parte de la lotificación para la construcción de vivienda, encontrándose dentro de estos lotes áreas verdes; la zona

con pendientes fuertes ha sido destinada para la agricultura y en especial a la siembra de árboles de mango. Actualmente la mancha urbana está creciendo hacia la zona este, a un costado del río Los Pescados y en dirección a la comunidad de Apazapan; y hacia la zona norte y noroeste, en donde existe una topografía muy accidentada que es inadecuada para la construcción de la vivienda y la introducción de la infraestructura resulta muy difícil y costosa.

La comunidad de Jalcomulco cuenta con serios problemas de infraestructura, entre los que destaca la falta de abastecimiento suficiente de servicio de agua potable, sobre todo a las zonas de reciente creación, en las partes altas y periféricas del norte y noroeste y este de la mancha urbana.

En cuanto al drenaje, la situación es crítica debido a que este servicio descarga directamente al río Los Pescados y se empieza a tener el problema de contaminación ambiental, la mayoría de las viviendas cuenta con este servicio, también sobre los taludes del río, en la carretera a Apazapan, se deposita la basura generada por la comunidad.

En lo que respecta a la energía eléctrica toda la comunidad cuenta con este servicio y solamente la zona periférica no cuenta con el alumbrado público.

La pavimentación de las calles también ha rebasado la capacidad de las autoridades para mantener el ritmo del propio crecimiento, la vialidad primaria y secundaria está pavimentada y adoquinada en un 80%, faltando la pavimentación de algunas calles recientes en la parte periférica de la mancha urbana y el camino vecinal a la comunidad de Apazapan.

La comunidad cuenta con un plantel de educación preescolar, una escuela primaria, y dos escuelas telesecundarias; las dos últimas reciben clases en el edificio perteneciente a la escuela primaria.

La recreación y los deportes son una prioridad que debe cumplirse en cada comunidad, Jalcomulco cuenta con dos campos deportivos para futbol y beisbol, una cancha de basketbol, un pequeño parque que es el atrio de la iglesia, y con una cancha de basketbol y juegos infantiles, que son propiedad de la escuela primaria y preescolar respectivamente. Dentro de los espacios destinados a la salud se tiene una clínica que es atendida por un profesional pasante de medicina y una enfermera que presta su servicio social, un dispensario médico atendido por una doctora y una farmacia. En los comercios se encuentran un pequeño minisuper, tiendas de esquina, carnicerías, tortillerías, caseta telefónica, oficina de correo y restaurantes.

4.3. Marco jurídico municipal

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Veracruz-Llave (LIV Leg. del Edo. de Ver., 1989) en su Artículo 110 establece que " el municipio libre es la base de la división territorial y de la organización pública del Estado. Cada

municipio será administrado por un Ayuntamiento de elección popular directa y no habrá ninguna autoridad intermedia entre éste y el Gobierno del Estado."

En función del artículo mencionado y retomando las reformas al Artículo 115 Constitucional en materia municipal es que los Ayuntamientos rigen sus acciones. Para el Estado de Veracruz, se ha expedido la Ley No. 40 Orgánica del Municipio Libre (Comisión Estatal Electoral, 1991), en ella se encuentran la integración de los ayuntamientos (Artículo 17) así como el nombramiento de las comisiones que atenderán los servicios públicos (Artículo 31), la recolección de basura corresponde a la Comisión de Reservas Ecológicas y Limpieza Pública; y el Artículo 53 tipifica que una de las atribuciones de esta comisión es vigilar la óptima aplicación de los sistemas de recolección y tratamiento de basura.

Además la Ley Orgánica del Municipio Libre en su Artículo 34, fracción XII establece que una de las atribuciones de los Ayuntamientos es que " de acuerdo a las bases normativas que establezca la Legislatura del Estado, expedirán bandos de policía y buen gobierno, y los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivos ámbitos de validez " y la fracción XVI menciona que podrán "constituir para el mejor ejercicio de sus facultades, por acuerdo de la mayoría de sus integrantes y con decreto de la Legislatura, los organismos descentralizados o desconcentrados de participación municipal, organizaciones y sociedades asimiladas a estas o fideicomisos"; lo anterior significa que los ayuntamientos están facultados para reglamentar los servicios públicos, como el de limpia, y que también pueden crear organismos que otorguen la prestación de los servicios públicos, esto se complementa con el artículo 114 de la Constitución Política Local y con los artículos 92, 93, 94, 95 y 96, de la Ley Orgánica del Municipio Libre, de los cuales se desprende la facultad de los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública, su administración, la concesión parcial o total y el establecimiento de cuotas o tarifas por la prestación del servicio público.

4.4. Organización del gobierno municipal

La organización de administración del gobierno municipal de Jalcomulco se encuentra estructurada de la forma siguiente: el presidente municipal, un síndico único, un regidor y el tesorero municipal. A continuación se detallan sus atribuciones, según el Instituto Nacional de Administración Pública (1985).

El Presidente Municipal es el encargado de llevar a la práctica las decisiones tomadas por el ayuntamiento y el responsable del buen funcionamiento de la administración pública municipal. Sus principales funciones son:

- a) Cumplir y hacer cumplir la Constitución General de la República, la Constitución Política del estado, la Ley Orgánica Municipal, los reglamentos municipales y las resoluciones del ayuntamiento.
- b) Realizar a nombre del ayuntamiento, todos los actos necesarios para el desarrollo de los asuntos políticos y administrativos.

- c) Informar anualmente a la población de la situación que guarda la administración municipal, detallando las actividades realizadas por las dependencias municipales y el manejo y destino de los fondos públicos.
- d) Nombrar y remover empleados y funcionarios cuya designación sea exclusiva del ayuntamiento.
- e) Llevar un control sobre la aplicación y el ejercicio de la ley de ingresos y del presupuesto de egresos.
- f) Vigilar la aplicación de los planes y programas estatales y municipales de desarrollo.
- g) Vigilar que la administración y prestación de los servicios públicos se lleve a cabo de la mejor manera y con apego a los reglamentos.
- h) Aprobar la solicitud de permisos para el uso y aprovechamiento de las áreas pública.

El Síndico, es el encargado de defender los intereses municipales y de representar jurídicamente al ayuntamiento en los litigios en los que esté fuere parte. También es el responsable de supervisar la gestión de hacienda pública municipal. Sus principales funciones son:

- a) Vigilar el buen manejo de las finanzas públicas municipales.
- b) Mantener al corriente el inventario general de los bienes muebles e inmuebles propiedad del municipio.
- c) Revisar y firmar los estados de cuentas de la tesorería municipal y remitirlos a la Contaduría Mayor de Glosa del Congreso del Estado.
- d) Vigilar que se presente oportunamente la cuenta pública para su revisión por el congreso local, así como los informes contables y financieros mensuales.
- e) Procurar el cobro oportuno de los créditos, multas y rezagos del municipio.
- f) Asistir regular y puntualmente a las sesiones de cabildo y actos oficiales.
- g) Practicar a falta o en auxilio del ministerio público, las primeras averiguaciones sobre hechos que hayan alterado el orden público.
- i) Comparecer y suscribir los contratos y demás actos jurídicos que contengan obligaciones patrimoniales para el municipio.

El Regidor es el miembro del ayuntamiento que tiene a su cargo las diversas comisiones de la administración pública municipal. Sus principales funciones son:

- a) Asistir y proponer en las sesiones de cabildo las medidas que estimen más convenientes para atender los asuntos municipales.

- b) Asistir a los actos oficiales y atender las comisiones que por su cargo le sean referidas.
- c) Presidir y desempeñar las comisiones que les encomiende el ayuntamiento informando a éste de su resultado.
- d) Proponer al ayuntamiento los acuerdos que deban dictarse para el mejoramiento de los diversos ramos de la administración y los servicios públicos municipales.
- e) Vigilar el funcionamiento de las dependencias administrativas y la atención de los asuntos propios del área de su responsabilidad.
- f) Presentar su programa anual de trabajo e informar al ayuntamiento acerca del cumplimiento de sus tareas.
- g) Suplir al presidente municipal en sus faltas temporales, cuando sean menores de treinta días, de acuerdo al orden de preferencia que el presidente determine.
- h) Citar a sesiones extraordinarias del ayuntamiento si no lo hace el presidente municipal.

El Secretario, es nombrado por el ayuntamiento está encargado de la Secretaría del Ayuntamiento, que es el órgano de la administración municipal. Las funciones principales del secretario son:

- a) Atender las actividades que le encomiende el presidente municipal.
- b) Citar por escrito a los miembros del ayuntamiento a las sesiones de cabildo.
- c) Estar presente en todas las sesiones del ayuntamiento con voz informativa.
- d) Levantar las actas de cabildo y registrarlas en el libro correspondiente.
- e) Autorizar con su firma las actas y documentos expedidos por el ayuntamiento.
- f) Formular los proyectos de reglamentos municipales y someterlos a la consideración del ayuntamiento.
- g) Recopilar las disposiciones jurídicas que tengan vigencia en el municipio y vigilar que sean aplicadas.
- h) Llevar los libros necesarios para el trámite y despacho de los asuntos municipales.
- i) Vigilar y controlar los asuntos relacionados con el registro civil, como son: nacimientos, matrimonios, divorcios, adopciones y tutelas.
- j) Elaborar el programa de necesidades de bienes y servicios que requieran los diversas dependencias administrativas.

- k) Reclutar, seleccionar, contratar y capacitar al personal que requieran los diversos órganos de la administración municipal.
- l) Registrar y controlar la correspondencia oficial e informar al presidente de la misma.

El Tesorero Municipal, es nombrado por el ayuntamiento. Se encarga de la Tesorería Municipal y sus principales funciones son:

- a) Coordinar y programar las actividades correspondientes a la recaudación, la contabilidad y los gastos municipales.
- b) Establecer un sistema de inspección, control y ejecución fiscal.
- c) Elaborar y presentar los informes financieros del ayuntamiento.
- d) Promover y mantener los mecanismos de coordinación fiscal necesarios con las autoridades estatales y federales.
- e) Mantener actualizados los sistemas contables y financieros del ayuntamiento.
- f) Elaborar y actualizar permanentemente los padrones de causantes.
- g) Elaborar el proyecto de ley de ingresos.
- h) Planear y programar los gastos del ayuntamiento para formular el presupuesto de egresos del año fiscal correspondiente.
- i) Realizar campañas periódicas de regularización fiscal de causantes.
- j) Determinar las contribuciones sujetas a convenios con el gobierno estatal.
- k) Establecer un mecanismo de pago para los empleados del municipio.

Además se cuenta con una estructura de organización horizontal denominada Cámara de Consejeros, en la cual participan representantes comunitarios, en ésta el presidente municipal, síndico, regidor y representantes tienen voz y voto. En la Cámara de Consejeros se definen los acuerdos correspondientes a obra pública. La Fig. 2 representa el organigrama del H. Ayuntamiento del municipio de Jalcomulco, Ver.

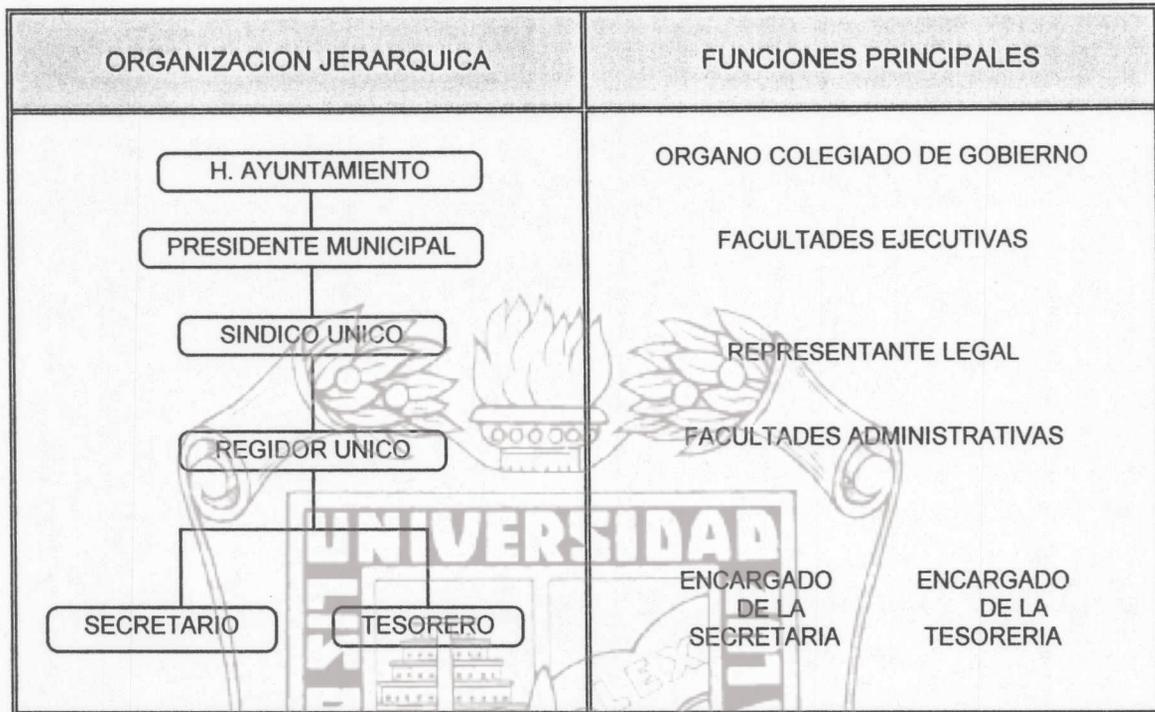


Fig. 2. Organigrama del Honorable Ayuntamiento del municipio de Jalcomulco, Ver.

4.5. Marco jurídico ambiental

Deffis (1991) describe que en nuestro país, en la época prehispánica, afirma el padre Francisco Javier Clavijero; bajo el gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, no había en las ciudades una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados y, por lo tanto, nadie comía en las calles, ni se tiraban cáscaras ni otros despojos y había más de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura. Los servicios urbanos de limpia y recolección de basura estaban mejor organizados que ahora y el suelo no ensuciaba el pie desnudo, además de que los habitantes estaban habituados a no tirar nada en la calle.

El autor mencionado antes también menciona que después de la llegada de los españoles, en el año de 1787, las calles de México eran intransitables por el desaseo y la falta de limpieza; había basura y los caños estaban llenos de lodos pestilentes; en casi todas las calles se veían muladares o basureros, la basura se arrojaba en las calles y no había quien la recogiera. Ante esta situación el Virrey Revillagigedo hizo reglamentaciones municipales para barrer y regar las calles, estableciendo que la basura fuera recogida por carros tirados por mulas, con lo cual se evitó que los basureros continuaran en las calles.

Para el año de 1824 las medidas del Virrey Revillagigedo habían dejado de aplicarse, por lo que el Coronel Melchor Múzquiz, Jefe Superior Político Interino de su provincia, establece nuevas reglamentaciones:

"... viendo que las medidas dictadas con anterioridad dejaron de observarse, el ciudadano Melchor Múzquiz, Coronel del Ejército, Teniente Coronel Mayor de Nacionales de Infantería de esta capital y Jefe Superior Político Interino de su Provincia, expide las siguientes providencias:

'... y conociendo que el mal procede no menos del olvido de las oportunas providencias que han dictado en diversos tiempos para mantenerla limpia, aseo y orden en las calles y demás parajes públicos, que de la lenidad o disimulo en imponerse a los contravenidores las multas y penas establecidas, tal vez por el errado concepto de creer los incombustibles con el sistema liberal que rige, tuve a bien nombrar una comisión para proyectar y propusiera las medidas que convendrían tomarse a objeto tan interesante...'

'...en consecuencia acuerdo que se observen, guarden y cumplan inviolablemente en esta Capital las penas que se expresan en los artículos siguientes...'

'19o. Siendo del cargo del asentista de la Limpia tener en corriente y bien operados los carros estipulados en su contrato deberá con arreglo a ella hacer que estén todos numerados y que a mañana y noche salgan a las horas y por los rumbos designados, a recoger por las calles las basuras e inmundicias, llevando unos y otros la campanilla que tocarán los carretoneros para que sirva de aviso al vecindario y además aguardarán el tiempo suficiente para que puedan acudir con las basuras y vasos haciendo las paradas y estaciones que según la longitud de las calles sean precisas entendidos que les escarmentará si faltaren a su obligación o se desacomodiesen con los vecinos... y siendo todas las providencias asentadas tan interesante al público, se espera que todos contribuyen a su observancia, sin dar lugar a que las autoridades encargadas de objeto tan saludable, e vean en la obligación de imponer las penas designadas, y para que llegue a noticias de todos y nadie pueda alegar ignorancia, mando de acuerdo con el Ayuntamiento se publique el presente y se fije en los lugares acostumbrados y es fechado en México el 3 de enero de 1824.'

Estos son los primeros reglamentos que establecen multas a las personas que arrojen basura. Para el año de 1884 el servicio de limpia contaba con 83 carros, 43 pipas y 136 mulas, distribuidos entre las ocho inspecciones de policía, descentralizando el servicio, pues la ciudad ya era muy grande y el tiradero se localizaba en uno de los extremos de la misma.

A partir de 1940, se hablaba de reciclar o industrializar la basura, de los problemas de contaminación de aire, suelo y agua y de la necesidad de que los tiraderos quedaran lo más lejos posible de la ciudad. De esta forma en 1941, se promulga, para el Distrito Federal, el primer reglamento de limpia pública, y es hasta principios de los sesentas cuando se crea la Dirección General de Servicios Urbanos

del Distrito Federal, de ella depende la oficina de Recolección de Desechos Sólidos; esta Dirección General desaparece al finalizar la década y vuelve a surgir a principio de los ochenta (Deffis, 1991).

Existen actualmente reglamentos destinados a la prevención y control de la contaminación del suelo, además la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente habilita a los Ayuntamientos para generar sus propios reglamentos en forma de Bandos de Policía y Buen Gobierno, estos reglamentos incorporan indicaciones, recomendaciones y sanciones; y tienen por objeto regular todas las acciones relacionadas con la generación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Se consideran en ellos las posibilidades de concesionar el servicio a particulares así como las opciones para su disposición final.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada el 28 de enero de 1988 (Editorial Porrúa, 1995) en su capítulo III, artículo 4o. establece que los municipios tendrán atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico; en el artículo 6o. tipifica que compete a los municipios y a las entidades federativas " La regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, ... ". Señalándose que las facultades de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos, el control de las instalaciones y la operación de los confinamientos o depósitos y la promoción del reuso o reciclaje, son de competencia municipal (Art. 112). Esta misma Ley, en sus artículos 134 y 135, define que los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se aplicarán en la operación de los sistemas de limpia y disposición final de residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios

Coinciden la Ley General y la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en sus artículos 136 y II, respectivamente, y establecen que en el manejo y disposición de los residuos sólidos no peligrosos se deberá prevenir:

- a) La contaminación del suelo.
- b) Las alteraciones en el proceso biológico de los suelos.
- c) Las alteraciones en el suelo que afecten su aprovechamiento, uso o explotación.
- d) Los riesgos de daños a la salud.

Finalmente el artículo 138 de la Ley General establece que la Secretaría promoverá acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

- 1) La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, y
- 2) La identificación de alternativas de reutilización y disposición de alternativas de reutilización y disposición final de los residuos sólidos

municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

El conjunto de Leyes, Reglamentos y Normas que el gobierno mexicano ha generado tienen que ver con las recomendaciones de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), así decretó el 26 de enero de 1988 la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, misma que fue abrogada y publicada con el mismo nombre en el Diario Oficial de la Federación el primero de julio de 1992, esta Ley tiene entre sus objetivos: fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, y establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas por las dependencias de la administración pública federal.

En cumplimiento a los articulados de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se elaboraron, primeramente, ocho normas oficiales mexicanas para medir y normalizar la calidad, entendiéndose con este término "el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas preestablecidas" (DOF NOM-CC-1-90).

Las normas que sobre calidad ha expedido el gobierno mexicano son básicamente equivalentes con las normas internacionales ISO y se presentan en la Tabla 2. A partir de estas normas se elaboraron otras referentes a criterios generales sobre mecanismos de acreditación de unidades de verificación, tales como laboratorios de pruebas.

En México tales normas no son de carácter obligatorio y solo constituyen una referencia técnica para determinar la calidad de los productos y servicios de que se trate. Aunque muchos países han incorporado tales lineamientos los estándares esencialmente coinciden, sin embargo cada gobierno acuerda los propios atendiendo a las recomendaciones de establecer y ejercer un control de calidad. Así está especificado en la NOM-CC-2-90 donde se dice que "El sistema de calidad de una empresa, está influenciado por los objetivos de la organización, por el tipo de producto o servicio, por las prácticas específicas de la organización y por lo tanto estos sistemas de calidad varían de una empresa a otra. Esta serie de normas no tiene como fin establecer un sistema normalizado de la calidad para su implantación en una determinada empresa. Es decir, cada organización usuaria debe establecer sus requisitos específicos sobre sistemas de calidad, de acuerdo con las normas aplicables."

El comité técnico de la ISO 190 (TC 190) se encarga de estandarizar lo referente a la calidad del suelo, incluye clasificación, definición de términos, muestreo de suelos, mediciones físicas, químicas y biológicas del suelo, evaluación del suelo y características del reporte sobre suelos, sin embargo, excluye los límites de aceptabilidad de la contaminación del suelo así como los aspectos relacionados con ingeniería civil. Este comité estaría relacionado en forma más cercana con los sistemas de protección del suelo por la depositación de residuos sólidos.

Tabla 2.- Concordancia internacional de Normas Oficiales Mexicanas de Calidad.

NORMA OFICIAL MEXICANA	NOMBRE	CONCORDANCIA INTERNACIONAL
NOM-CC-1-90	Sistemas de Calidad- Vocabulario	ISO-8402
NOM-CC-2-90	Sistemas de Calidad-Gestión de calidad-Guía para la selección y el uso de normas de aseguramiento de calidad	ISO-9000-87
NOM-CC-3-90	Sistema de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable al proyecto/diseño, la fabricación, la instalación y el servicio.	ISO-9001-87
NOM-CC-4-90	Sistemas de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación e instalación.	ISO-9002-87
NOM-CC-5-90	Sistemas Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la inspección y pruebas finales.	ISO-9005-87
NOM-CC-6-90	Sistemas de Calidad-Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad-Directrices Generales.	ISO-9004-87
NMX-CC7/1-93-SCFI NMX-CC7/2-93-SCFI cancela a NOM-CC-7-90	Directrices para auditar sistemas de calidad- parte 1- Auditorías Directrices para auditar sistemas de calidad- parte 1- Administración	ISO-10011-1 ISO-10011-3
NMX-CC-8-93-SCFI cancela a NOM-CC-8-90	Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad	ISO-1001-2

Instituto de Ingeniería
 Universidad Veracruzana

Los estándares ISO 14000 son diseñados por el Comité Técnico 207 (TC 207) de la ISO para proveer a las organizaciones de un acercamiento común al manejo ambiental. Los estándares de calidad ISO 9000 fueron desarrollados para dirigir el manejo de la calidad, de forma similar los ISO 14000 emergen para dirigir una necesidad parecida en el área ambiental. Describen los elementos básicos para un efectivo sistema ambiental (EMS) que incluye la creación de políticas ambientales, elaboración de objetivos y metas, implementación de programas que logren los objetivos, monitoreo y medición de su efectividad, corrección de problemas y revisión del sistema (Tibor y Feldman, 1995).

Son documentos guía y ayudan al desarrollo e implementación de un sistema de manejo ambiental (EMS), estas guías incluyen pautas o principios, auditoría ambiental, ejecución de evaluación ambiental (EPE), etiquetado ecológico, evaluación de ciclos de vida (LCA) y aspectos ambientales en estándares producidos (EAPS).

Las normas internacionales ISO 14000, son documentos de especificación que podrán ser usados por terceras personas registradas y que fueron elevadas a una versión de Borrador de Estándares Internacionales (DIS) en julio de 1995; esta versión se sometió a análisis y votación como Estándares Internacionales (IS) durante seis meses, publicándose a mediados de 1996. Estas normas internacionales tienen como antecedente las certificaciones europeas y estadounidenses plasmadas en los estándares ambientales británicos marcados como BS 7750 (BSI, 1994) y los estándares de la Fundación Internacional para la Sanidad Nacional (NSFI) NSF 110 EMS, respectivamente.

Las siguientes normas de protección ambiental, en lo general, fueron desarrolladas y aprobadas por el TC 207 de Manejo Ambiental: ISO/DIS *Guide 64 Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards*, ISO/14001:1996 *Environmental management systems--Specification with guidance for use*, ISO/14004:1996 *Environmental management systems--General guidelines on principales, systems and supporting techniques*, ISO/DIS 14010 *Guidelines for environmental auditing--General principles*, ISO/DIS 14011 *Guidelines for environmental auditing--Audit process--Auditing of environmental management systems*, ISO/DIS 14012 *Guidelines for environmental auditing--Qualification criteria for environmental auditors* e ISO/DIS 14040 *Environmental management--Life cycle assessment--Principles and framework* (Internet, 1996).

4.5. Marco jurídico educativo

El significado de la Educación Ambiental para el Municipio se debe analizar a partir de la comprensión de la convergencia de tres acontecimientos importantes de la vida nacional en los últimos años: 1. La Reforma Municipal, 2. La Descentralización Educativa y 3. La descentralización de la Gestión Ambiental.

Sólo a través de la comprensión de las confluencias de estos procesos será posible entender que el fortalecimiento municipal se encamina a la obtención de

un Municipio promotor del desarrollo perdurable e integrado a las características y límites del medio ambiente municipal.

Las reformas al artículo 115 constitucional van al centro de las estructuras políticas del país, y afectan no sólo a la parte política, si no la parte fiscal, hacendaria, de legislación, en materia laboral, en materia educativa, etc.; no hay asunto que no haya sido tocado por esta reforma.

En el sector educativo se ha dado una dinámica especial que en su conjunto ha significado implementar la modernización educativa que exige mayor calidad, superación académica, eliminación de desigualdades persistentes, vinculación investigación docencia, superación de desniveles entre la educación rural y urbana, fomento de la educación científica y humanística, destierro de las prácticas que buscan convertir la educación federal en un sistema cerrado, por medio de la descentralización y el apoyo de los maestros, y ampliaciones de la intervención ciudadana en alfabetización con el uso de métodos no formales.

Como resultado de esto, el Municipio se ha ido reformando a tal grado que los instrumentos de gestión ambiental que se le han transferido pueden encontrar terreno fértil si la educación se emplea como una estrategia central para difundir la participación consciente. Una comunidad debidamente orientada se percatará más rápidamente de su realidad y más hará por modificarla, incorporándose por ejemplo al diagnóstico y planeación conjunta con sus autoridades para acciones tales como el ordenamiento ecológico de su territorio

Es muy importante precisar que: a) Los Municipios son áreas de comunicación social, concreta, inmediata y personal y b) La educación que imparta el estado-federación, estados y municipios tenderá a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano.

Por otro lado, el artículo Primero de la Ley Federal de Educación establece que este ordenamiento regula la educación que imparte el estado-federación, estados y municipios y más adelante, en el artículo Cuarto señala que la aplicación de esta ley corresponde a las autoridades de la Federación, Estados y Municipios, en los términos que la misma establece y en los que prevea sus reglamentos.

El artículo 28 señala: "Los servicios educativos de cualquier tipo y modalidad, que en los términos de la ley establezcan dentro de sus respectivas jurisdicciones, quedarán bajo su dirección y técnica administrativa".

Además de los anteriores artículos, que de manera muy concreta están referidos a la acción educativa y al municipio, existen otras que dan apoyo jurídico a las acciones que realizan en el ámbito municipal, como son los artículos 52 y 53 de la misma Ley Federal de Educación. Los artículos 3o., 4o., 9o. y 16 de la Ley de

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Planeación y los artículos 22, 23 y 33 bis y 38 de la Ley Orgánica de la Administración Pública.

En la prestación del servicio educativo hay acciones en las que el Municipio es objeto y también las hay en las que es coadyuvante. La finalidad de este capítulo es la de incorporar la dimensión ambiental en estas atribuciones educativas municipales, teniendo presente la importancia de la coordinación de actividades para la obtención de resultados más determinantes.

V. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

En este apartado se define el concepto de residuos sólidos, estableciéndose la clasificación, generación y composición de los mismos, así como los métodos para su disposición inicial y final. Se presentan también los elementos para desarrollar la educación ambiental y vincularla con las acciones en el municipio.

5.1. Concepto de residuos sólidos

Actualmente la humanidad se encuentra en un período de transición, que provoca un continuo cambio en la estructura social y productiva, esto conlleva un gran número de problemas y dificultades, posiblemente a ello se deba la lenta reacción de la sociedad ante los problemas ambientales que, sin embargo, parecen bastante claros. Quizá el parámetro que indica en mayor medida los cambios sociales y las actitudes de este cuarto final del siglo XX sea la velocidad del cambio. Realmente, en estos años la evolución tecnológica y los cambios sociales se están sucediendo con una gran rapidez.

El crecimiento económico de los últimos veinte años ha sido muy elevado y muy rápido y, con mayor o menor fortuna, se enfocó hacia la mejora del bienestar de la población. Sin embargo, no se tuvo en cuenta lo siguiente: que toda producción origina unos subproductos y residuos que es preciso tratar y eliminar adecuadamente, que muchos de los productos de la sociedad de consumo son residuos poco tiempo después de la producción y que los recursos naturales no son limitados y, por consiguiente, deben utilizarse de forma racional, evitando el despilfarro, los residuos recuperables. Considerándose que toda estrategia para alcanzar un desarrollo sustentable debe incluir entre sus objetivos la reducción de los residuos que la sociedad produce y la mejor utilización posible de aquellos que se generen.

Se considera "basura" todo objeto que ya no tiene ningún uso; lo que presupone un deseo de eliminarlo, de deshacerse de él, desaparecerlo ya que no se le atribuye ningún valor para conservarlo. Sugiere suciedad, falta de higiene, mal olor,

contaminación, fecalismo, impureza y turbiedad. Sin embargo, el término de residuos es más preciso que el de desechos o basura. El Diccionario de la Real Academia Española define residuos como: lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa, parte o porción que queda de una cosa (Deffis, 1991).

La concepción del término es variable de un país a otro, incluso varía dentro de una sociedad, por ejemplo Sauri (1988) encontró que los pobladores de algunas zonas rurales de Yucatán consideran como "basura" a los residuos que quedan después de haber quemado papeles y hojas y de alimentar a sus animales domésticos con los desechos de alimentos es decir lo que ya no tiene utilidad aparente.

En España, el reglamento desarrollado en la Ley 421/1975 sobre desechos y residuos sólidos urbanos entiende como residuos todo material resultante de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuando su poseedor o productor lo destina al abandono, también entiende por desecho cualquier producto deficiente, inservible o inutilizado que su poseedor destina al abandono o del que quiere desprenderse.

Unda (1993) la define como el conjunto de elementos heterogéneos resultantes de desechos o desperdicios del hogar y de la comunidad. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) denomina residuos sólidos a aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidas. Esta falta de asignación económica puede ser debida no tanto a la falta de una tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la dificultad de comercialización de los productos recuperados por su elevado costo, sino a la carencia de mercados para estas materias o por rechazo del producto (MOPU, 1980).

En este trabajo se utiliza la definición establecida por las instancias gubernamentales mexicanas, la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo tercero, fracción XXVI y XVII, define a los residuos como "cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó"; además establece la diferencia con los peligrosos.

5.2. Clasificación de los residuos sólidos

Existen diversas clasificaciones de los residuos sólidos, por su fuente de producción, por el tipo de materiales que los forman, etc.; siendo una forma particularmente idónea clasificarlos por las posibilidades de tratamiento común. Se distingue principalmente entre residuos sólidos urbanos, agrarios, ganaderos, forestales, industriales y mineros (MOPU, 1988).

En México se clasifican en municipales, industriales y especiales (SEDUE, 1984) y según SEDESOL-INE (1994) los residuos provenientes de actividades que se desarrollan en casas-habitación, sitios de servicios privados y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso son considerados como Residuos Sólidos Municipales (REM).

Los REM, a su vez, se clasifican según su fuente en domiciliarios, de comercios, servicios, áreas públicas, otros y de manejo especializado. Se presta mayor atención a los residuos sólidos urbanos o municipales que se generan en los hogares domésticos, empresas de servicios y entidades comerciales.

Dentro de los residuos industriales se incluyen los producidos en la minería y los generados en la industria básica y las industrias transformadoras; su concepto va ligado a un enfoque económico, ya que un mismo material será unas veces un residuo y en otras una materia prima. Hay una gran variedad de residuos industriales lo que dificulta una clasificación de los mismos, sin embargo pueden ser clasificados en función de tres criterios: fuente de producción, tipo de residuo y sus componentes.

Se ha calculado que, cuantitativamente, los residuos industriales son muchos mayores que los propiamente denominados urbanos, sin embargo los problemas que plantean son diferentes. El mayor problema de los residuos industriales son los químicos tóxicos que se generan en casi la totalidad del sector químico, a esto se le suman los riesgos potenciales y el elevado número de productos a considerar. Por ejemplo, entre los productos fabricados por el hombre y las sustancias naturales existen más de cuatro millones de compuestos químicos diferentes, de los cuáles se utilizan unos 70 000 en aplicaciones agrícolas, silvícolas, industriales, domésticas, medicinales, cosméticos y otras (MOPU, 1980).

Los residuos peligrosos o químicos tóxicos, se definen, según las Environmental Protection Agency (EPA), como residuos o combinación de residuos que presentan determinado peligro, ya sea actual o potencial, para la salud humana o para organismos vivos, debido a alguna de las siguientes características: no degradabilidad y persistencia en el lugar de vertido, posibilidad de efectos nocivos de tipo acumulativo, posibilidad de sufrir transformaciones de tipo biológico, con agravamiento de sus efectos y contenido elevado de componentes letales.

Para estos residuos se establece la clasificación de corrosivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, oxidantes y biológico infecciosos (CRETIB), requieren una especial vigilancia y control, es decir, un seguimiento desde el momento de su producción hasta su eliminación o depósito final. Los tóxicos que pueden descomponerse por efecto de la temperatura, humedad, etc.; deben ser almacenados antes de su tratamiento en lugares especiales y deben controlarse periódicamente.

Los residuos forestales, ganaderos y agrícolas representan un potencial de biomasa existente y aprovechable muy importante, sin embargo, los residuos y subproductos de las actividades agrarias no se utilizan. Los residuos forestales constituyen un problema importante ya que mientras los aprovechamientos de madera aumentan, los de leña disminuyen y los residuos se acumulan en el campo, lo que ocasiona otros efectos y riesgos: perjudica la regeneración natural del monte, dificulta la reforestación, impide el crecimiento del arbolado, aumenta el peligro de plagas, deteriora el estado de las cuencas hidrológicas, reduce el hábitat de la fauna silvestre y disminuye la capacidad de recreación (MOPU; 1980).

De estos residuos, quizá los que requieran mayor atención sean los ganaderos. El paso de una ganadería extensiva a una intensiva ha supuesto muchas ventajas en el terreno de la producción e incluso en el alimentario, sin embargo en lo que se refiere a residuos, estos sistemas de ganadería intensiva, conllevan los siguientes efectos: olores, ruidos y molestias relacionadas con las condiciones de la crianza, problemas sanitarios e higiénicos de las propias explotaciones, olores y degradaciones de la calidad de las aguas, del aire y del suelo por el almacenamiento, tratamiento y utilización de las deyecciones animales directamente.

La contaminación de los residuos animales radica en que los elementos que entran en su composición (materias orgánicas biodegradables o no, orgánicas, microorganismos y agua) están en desequilibrio con el medio que las recibe. Los elementos biodegradables pueden desdoblarse por la acción de microorganismos, esto da lugar al consumo de cantidades de oxígeno y a trastornos ecológicos. En el caso de los no degradables, su mayor problema es el enorme aporte de sedimento, y por lo que se refiere a los elementos inorgánicos, la concentración variadísima en la que aparecen puede llegar a provocar graves desequilibrios en las plantas y suelos.

5.3. Generación de residuos sólidos

La cantidad de residuos sólidos que se generan por día y por persona está condicionada por factores regionales, climáticos, raciales, costumbres, estacionales, etc. Estudios realizados en diversas capitales permiten considerar una cantidad media de basura, que oscila entre 300 y 800 gramos por persona y día (Unda, 1993). Uno de los indicadores del nivel de vida de un país viene dado por el volumen de residuos urbanos que produce por habitante por día, y muy especialmente por la composición de los mismos.

Conforme aumenta el poder adquisitivo del consumidor se incrementa de forma notable la cantidad de basuras, sobre todo en lo que concierne a papel, envases y embalajes (botes metálicos, botellas de vidrios, cajas de cartón, etc.). Esto representa un desproporcionado aumento de volumen, pero el peso específico de las basuras va siendo cada vez menor, esto repercute en todas las operaciones que han de efectuarse para situar los residuos sólidos desde los domicilios en que se producen hasta su lugar de eliminación (MOPU, 1984).

La generación de RSM a nivel nacional ha tenido cambios, tanto en composición como en cantidad este cambio, en apariencia, no es tan importante, si se le compara con los valores registrados en otros países, sin embargo en México, el problema de manejo y disposición ambientalmente adecuada de los RSM se acentúa por dos factores: el volumen y la composición de los RSM no es homogénea en todo el territorio nacional, sino que responden a la distribución, hábitos y costumbres alimenticias, al nivel del consumo y al poder adquisitivo de la población distribuida en las diferentes regiones; y a los sistemas responsables de recolección y disposición final de los RSM, los cuales no siempre son diseñados para responder a las necesidades específicas para una ciudad o zona, lo que ocasiona que se presenten grandes deficiencias (SEDESOL-INE, 1994).

En la Ciudad de México se producían 370 gramos de basura *per capita* en 1950, y el tipo predominante era de la considerada biodegradable; para 1992, se registró una producción de 1 019 g/hab por día. El volumen de generación *per capita* aumentó entonces en un 207% y la proporción de residuos no biodegradables se incrementó en este mismo periodo en 810% (SEDESOL-INE, 1994).

Los problemas que enfrenta el manejo de los RSM se han agudizado en México, dada la transformación de la sociedad agraria o agraria-industrial a industrial-agraria, y el elevado índice de crecimiento urbano; siendo en este ámbito donde se presentan las condiciones más graves y el mayor riesgo de salud pública. SEDESOL-INE (1994) estima que en 1994 la generación de basura *per capita* promedió para el país 0.893 kg./día. Además en los últimos años la basura pasó de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa y parcialmente no biodegradable (51% sigue siendo materia orgánica).

La generación nacional de RSM, 80 746 ton/día en su distribución, de acuerdo a la magnitud de las localidades, indica que aquellas con población menor a 100 mil habitantes (53% de las localidades del país) generan 52% de los RSM a nivel nacional, mientras que las localidades con más de 500 mil habitantes generan el 24% de ellos (SEDESOL-INE, 1994).

Aunque la producción de residuos sólidos municipales domésticos es variable se ha estimado que cada persona que vive en el Estado de Veracruz produce en promedio, 0.391 kg de basura por día. Como ejemplo tenemos que en la ciudad de Veracruz se producen 174 toneladas de basura por día, en Coatzacoalcos 145.4 toneladas. y en Xalapa 142.2, así pues, tomando en cuenta los datos de población y de generación de basura por habitante, se tiene que en toda la entidad veracruzana se producen casi 2 500 toneladas de basura doméstica diariamente, cifra a la cual se agrega un 20% de basura no doméstica (Gob. Edo. de Veracruz, 1992).

5.4. Composición de los residuos sólidos

Los residuos sólidos se han clasificado, según su composición, en grandes grupos: los orgánicos y los inorgánicos. Dentro de los orgánicos tenemos a todos aquellos de origen biológico, generalmente están compuestos de desperdicios de la comida, la cocina y restos de plantas y vegetales. Los residuos inorgánicos están constituidos por materiales no biodegradables: vidrio, plástico, metales, etc. Esta clasificación no resulta ser muy apropiada, ya que un material plástico tiene la particularidad de ser orgánico y biodegradable a largo plazo.

En la tabla 3 se presenta la composición de la basura que se produce en la entidad veracruzana, la cual esta integrada básicamente por materia orgánica, material recuperable y material no biodegradable.

Tabla 3. Composición de la basura en el estado de Veracruz.

TIPO DE MATERIAL	PORCENTAJE
materia orgánica (residuos de alimentos y de jardinería, papel, trapo, etc.)	82.0
material recuperable (vidrio, plástico, cartón y metales)	16.0
material no biodegradable (y/o no recuperable)	2.0
TOTAL	100

Fuente: Gob. Edo. de Veracruz (1992)

Estrada y Gutiérrez (1992) analizaron los estudios sobre generación de residuos sólidos y establecieron una metodología para determinar teóricamente el poder calorífico, humedad, carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, esto con la finalidad de proponer alternativas de tratamiento más adecuado en función de la composición física. Ellos incorporan el concepto de vocación genérica de los recursos, en esta incluyen criterios ecológicos, disminución de impacto al ambiente y participación corresponsable de la ciudadanía.

Para establecer la vocación genérica, los autores citados, consideran términos como reciclaje, manufacturas alternas, aprovechamiento de residuos alimenticios, recuperación de energía y disposición final. De esta forma inicialmente dan la propuesta de clasificación de los subproductos en base a su vocación genérica que se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de los residuos sólidos en base a su vocación genérica.

RECICLAJE	MANUFACTURAS ALTERNAS	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ALIMENTICIOS	RECUPERACIÓN DE ENERGÍA	DISPOSICIÓN FINAL
Cartón Envase de cartón Material Ferroso Material no ferroso Papel bond Papel periódico Plástico de película Plástico rígido Vidrio de color Vidrio transparente	Loza y cerámica Material de construcción papel bond Papel periódico Plástico de película Neopreno (llantas) Plástico rígido	Hueso Residuos de alimentos Residuos de jardinería	Algodón Cartón Cuero Envases de cartón Fibra dura vegetal Fibra sintética Gasa Hule Madera Papel sanitario Pañal desechable Poliuretano Poliestireno expandido Trapo	Abatelenguas Jeringas desechables Placas radiológicas Toallas sanitarias Vendas Residuos fino Otros

Fuente: Estrada y Gutiérrez (1993)

5.5. Disposición inicial y recolección de residuos sólidos

Todo sistema de recolección inicia en la fuente generadora, en el caso de los residuos sólidos municipales las principales fuentes son los hogares, los establecimientos colectivos, las escuelas, los hospitales, los comercios y las industrias.

Para el caso de los hogares la basura está formada, principalmente, de restos de comida, verduras, papel, cajas de cartón, vidrios, tapas latas, botellas, etc. Se aconseja colocarla en depósitos con tapa hermética, de material sólidos, manuable y a prueba de insectos, roedores, animales domésticos y niños pequeños.

En nuestro país el almacenamiento se efectúa mediante varios tipos de recipientes; estos varían desde los botes de plástico o lámina galvanizada, hasta las bolsas de plástico o papel y las cajas ya sean de madera o de cartón. Las ventajas y desventajas de cada uno se presentan en la Tabla 5.

En la zonas semiurbanas y rurales, cuando no se dispone de servicio de limpia pública, la basura suele quemarse en patios traseros, se alimenta a los animales domésticos con los restos de comida, se entierra, se reutiliza, se dispone en los patios de sus casas o es arrojada en lotes baldíos, en ríos o a orillas de carreteras (Gov. Edo. de Veracruz, s/f).

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los diversos recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos sólidos.

RECIPIENTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CAJAS DE CARTÓN	<ul style="list-style-type: none"> - económica y de poco peso 	<ul style="list-style-type: none"> - fácil de deteriorarse - difícil manejo - fácilmente destruyible por la humedad de los residuos sólidos - fácil acceso a vectores - inflamable
CAJAS DE MADERA	<ul style="list-style-type: none"> - económica - estructura más o menos sólida 	<ul style="list-style-type: none"> - fácil de deteriorarse - provoca accidentes - facilidad de dispersión de los residuos - difícil manejo - fácil acceso a vectores - inflamable y no permeable
BOTES DE LAMINA CON TAPA	<ul style="list-style-type: none"> - fácil manejo - mantienen condiciones sanitarias - estructura sólida - difícil acceso a vectores 	<ul style="list-style-type: none"> - con el uso se deterioran - fácil de oxidar si no se da mantenimiento - provocan cortaduras a los recolectores y a los usuarios cuando están deteriorados
BOTES DE PLÁSTICO CON TAPA	<ul style="list-style-type: none"> - fácil manejo - mantienen condiciones sanitarias - disminuyen el ruido - tienen peso ligero - dificultan acceso a vectores 	<ul style="list-style-type: none"> - estructura muy sólida
BOLSA DE PAPEL	<ul style="list-style-type: none"> - reduce el tiempo de recolección - económica - poco peso 	<ul style="list-style-type: none"> - se rompe fácilmente - es fácilmente perforada por materiales punzocortantes contenidos en los residuos - fácilmente afectada por la humedad - inflamable
BOLSA DE PLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> - fácil manejo - disminuye el tiempo de recolección - económica - mantiene condiciones sanitarias - tiene un peso ligero - disminuyen el ruido 	<ul style="list-style-type: none"> - es fácilmente perforada por materiales punzocortantes en los residuos - inflamable

Fuente: SEDUE (1988)

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Según Aguilar y Salas (1993) los desechos sólidos, en nuestro país, se depositan tradicionalmente en botes pequeños basureros que luego se vacían en grandes contenedores o tambos, los que a vez se vacían en los camiones de basura que los pueden transportar a centros de traslado, estaciones de transferencia, o directamente llevarlos a un lugar denominado tiradero, una extensión grande de suelo y a cielo abierto.

Una vez que los desechos se mezclan, los procesos de separación y clasificación consumen mucha energía y tiempo. Este es un trabajo que se conoce con el nombre de pepena, la cual se realiza en condiciones poco higiénicas y muy denigrante, ya que los pepenadores separan y clasifican los desperdicios entre ratas, moscas y otros animales nocivos.

La unión entre la disposición inicial domiciliaria y el sistema de disposición final recibe el nombre de recolección. Se organiza de forma que permita un servicio eficiente, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos o desorden (Unda, 1993).

Para un eficiente sistema de recolección se requiere de una sección o departamento que tenga la responsabilidad total del problema, además, debe contar con personal técnico entrenado, el cual debe organizar un servicio acorde al tamaño de los vehículos de recolección, número de hombres por vehículo, tipo de basura recolectada, número de viajes por día a sitio de disposición final y magnitud del sector domiciliario que cubre. La responsabilidad anterior recae en el Departamento de Limpia Pública, encargado de la recolección, transporte y la disposición final de los residuos sólidos.

El método con el cual se lleva a cabo esta operación viene a ser la parte medular de dicha componente, ya que el tipo de organización que guarden los métodos de recolección de determinado sistema, será el indicador más representativo del nivel de servicio de recolección con que se esté atendiendo a los usuarios de dicho sistema.

Atendiendo tanto al nivel de servicio, como a la participación del usuario mismo en el cumplimiento del servicio los métodos de recolección se clasifican como sigue: método de esquina o de parada fija, método de acera, método intradomiciliario o de llevar y traer y método de contenedores (SEDUE, 1988). En la descripción que sigue se tomó como base la información de SEDUE (1988).

El método de esquina se puede decir que es el más económico, en este, los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que han llegado hasta el vehículo forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía el contenido del recipiente y lo regresa al operario que se le entregó, para que a su vez, se lo devuelva al usuario, el cual después de ser atendido se retira del vehículo. La

operación anterior, se repite tantas veces como sea necesario, hasta dar servicio a todos los usuarios que lo soliciten.

En el método de acera el personal operario del vehículo recolector, toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios llevándose a continuación hacia el vehículo colector, con el fin de vaciar el contenido de dichos recipientes dentro de la tolva o sección de carga del vehículo en cuestión, para posteriormente regresarlos personalmente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus casas-habitación.

Para que se cumpla debidamente lo antes descrito, se requiere además de un amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector circule a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle, por consiguiente, es lógico pensar que este método tiene posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuenten con calles de doble sentido de preferencia con camellones.

Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos como son perros, gatos y ratas, entre otros, pueden verse atraídos por los recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado dispersarla sobre la misma, al buscar su alimento, dando como resultado este último inconveniente; se recomienda el uso de bolsas de polietileno herméticamente cerradas así como el uso de canastillas elevadas en la acera donde se colocan los recipientes con residuos; sin embargo esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

El método de llevar y traer o Intradomiciliario es semejante al anterior, con la variante que los operarios del vehículo recolector entran hasta las casas habitación por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, después de haberlos vaciado en la caja del vehículo. Por este mismo hecho este método de recolección se considera más costoso que el de acera y aún más que el de esquina.

Finalmente el método de contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio, se puede decir que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso. Como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras. La localización de los contenedores, deberá de ser de tal manera que el vehículo recolector tenga fácil acceso a ellos y que además pueda realizar maniobras sin problemas.

Por otro lado, no debe pensarse que invariablemente en todos los casos, estos métodos de recolección se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan el servicio, por señalar algunas de ellas que los diferencian de los antes mencionados.

La recolección municipal y la recolección por contrato son los dos sistemas típicos de operación para la recolección de basura. En la segunda opción el Ayuntamiento paga o concesiona a una empresa para que ejecute el trabajo de recolección. Esto tiene ventajas e inconvenientes, por un lado simplifica los trabajos municipales, elimina la intervención política directa y puede operar con métodos de rendimiento comercial, sin embargo, muchas veces el concesionario sólo está interesado en el negocio o utilidad y no en el buen servicio a la comunidad.

La mayoría de los ayuntamientos mexicanos ofrecen el servicio de recolección a través de los Departamentos de Limpia Pública, quien regulariza los días y horas de recolección en calles, colonias, barrios o sectores, con la finalidad de acostumbrar a los ciudadanos y facilitar la evacuación de los RSM, tratando de evitar que la basura se mantenga en las calles. La frecuencia de la recolecta debe estar dada por el tiempo para que la producción domiciliaria pueda almacenarse en un depósito, el tiempo que tarda la basura en producir olores desagradables y el ciclo de desarrollo de moscas (Departamento del Distrito Federal, 1989).

La recolecta, el transporte y la descarga son las tres etapas de la recolección. Se denomina recolecta al tiempo empleado por el personal desde que se vacía el primer recipiente hasta que el último se ha descargado en el camión. La operación de transporte corresponde a tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió la basura del último recipiente hasta que se vacía la basura del primer recipiente del siguiente viaje, sin incluir el tiempo empleado en la operación de descarga. La última etapa o descarga es el tiempo utilizado por el vehículo de recolección en el sitio de disposición final, aunque ocupa una pequeña fracción de tiempo ésta depende fundamentalmente del tipo de camión y tamaño del área receptora disponible (Departamento del Distrito Federal, 1989).

Para valorar el servicio de recolecta también deber ser evaluados los aspectos llamados fuera de ruta, que incluyen descansos, atenciones menores al vehículo, abastecimiento de combustible, etc.

El equipo de recolección varía en cuanto a tamaño y características, la capacidad del equipo influye en el costo de la recolecta. Hay tres tipos de vehículos: camión abierto, camión cerrado y camión con sistema de compactación. El primero no es muy apropiado y debe operarse con mucho cuidado para no sobrecargarlo, el camión cubierto, con una o más puertas corredizas, soluciona algunas desventajas del camión abierto y permite disminuir el tiempo de descarga. El tercer tipo es el más conveniente, ya que el sistema de compactación permite aumentar su capacidad y un vaciado rápido de los RSM. La capacidad de los equipo es variable, existen camiones

abiertos de 1.5 a 16 m³ y vehículos de compactación mecánica de 7 a 11 m³ (Departamento del Distrito Federal, 1989).

5.6. Métodos de disposición final de residuos sólidos.

Después de la recolección y el transporte hay que ocuparse de la eliminación final o del aprovechamiento de parte de los residuos evacuados. Existen muchos procedimientos, los que en su conjunto pueden agruparse en los siguientes sistemas:

- a) Relleno Sanitario .- Simple o con trituración previa y compactación
- b) Incineración.- Con o sin aprovechamiento de energía calorífica
- c) Producción de Composta
- d) Reciclado o recuperación de materiales.- Reutilización
- e) Transformación por procesos químicos.- Pirólisis, oxidación, hidrogenación e hidrólisis
- f) Transformación por procedimientos bioquímicos.- Degradación biológica, digestión anaeróbica y fotodegradación
- f) Técnicas específicas.- Trituración de vehículos y chatarras, su compactación y reutilización

5.6.1. Relleno sanitario

Es un método sencillo, en principio, consiste en verter sobre el terreno los residuos recogidos, que se colocan en capas finas, compactándolas para disminuir su volumen, y recubiertas con tierra; todo ello sin causar molestias a la población o a los bienes situados en el entorno del vertedero (MOPU, 1984).

Sin embargo la mayoría de los lugares no cumplen las condiciones, en primer lugar es preciso que el terreno seleccionado sea absolutamente impermeable, o se deben efectuar acciones para impermeabilizar colocando drenajes para controlar las aguas que, aun así, puedan infiltrarse y proceder luego a su depuración, por tanto el primer paso es efectuar un estudio geomorfológico e hidrogeológico.

En la proyección de un relleno sanitario deben estudiarse previamente los siguientes aspectos: las variables de afectan a la descomposición de los residuos, la generación de gases incontrolados, el movimiento y contaminación de aguas, la estabilidad física de las zonas de asentamiento de los vertidos, la capacidad del relleno, los sistemas de comunicación y acceso y los factores económicos (MOPU, 1984). Desafortunadamente en nuestro país la mayoría de los sitios de vertido de residuos sólidos no cumplen con estas condiciones, por lo que son denominados tiraderos al aire libre.

La descomposición de los residuos puede generar una serie de gases según el tipo de digestión, en la digestión aerobia, en presencia de aire, se produce CO₂, H₂O y nitratos y en la descomposición anaerobia, en ausencia de aire, hay

producción de CO₂, H₂O, ácidos orgánicos, nitrógeno, sulfuros de hierro, manganeso, hidrógeno y metano.

También puede haber una variación en la humedad de los residuos, ya sea por mala compactación o por acción de agentes externos (precipitaciones, escurrimientos de agua, etc.) y una formación de efluentes líquidos contaminados, debido al lixiviado de los residuos por aguas de lluvia o por aguas subterráneas, si el relleno está sobre un acuífero superficial.

Los problemas enumerados, eventualmente, puede paliarse o suprimirse en un relleno sanitario efectuando una buena compactación de las capas de desechos colocadas y un recubrimiento con tierra al final de cada turno. El recubrimiento puede evitar o facilitar, según se quiera, la salida de gases, evita el aumento de humedad de los desperdicios y la formación de madrigueras de roedores y atracción de pájaros, insectos y moscas; por último si se desea, con un buen recubrimiento los terrenos pueden dedicarse para siembra de cultivos. El recubrimiento se determina según el destino final del relleno, en lo general debe ser poco permeable, de fácil compactación y con una pendiente entre el 2 y 4 % (MOPU, 1984).

Con respecto al lugar, en principio sirve, cualquier terreno, siempre y cuando se le acondicione debidamente. Los espacios preferibles son los barrancos, hondonadas y canteras abandonadas, porque tiene mayor capacidad y un precio más bajo.

Además de los aspectos ambientales ya descritos en el proyecto de relleno sanitario deben ser analizados los siguientes puntos: las superficies a utilizar, la capacidad del relleno, su vida útil, la preparación de la zona, las medidas de protección de aguas superficiales y subterráneas, el control de gases, la forma y disposición del relleno y el equipo preciso.

Este sistema es el más utilizado del mundo, se considera que más del 90% de los residuos sólidos urbanos se tratan por este procedimiento. La mejor solución propuesta para la disposición final de los RSM es el diseño y construcción de rellenos sanitarios, pero muy pocas ciudades cuentan con tales instalaciones o las que los poseen no necesariamente operan en condiciones sanitarias adecuadas.

El sitio que se pretenda utilizar para establecer un relleno sanitario debe cumplir con determinadas características geológicas, edafológicas e hidrológicas, entre otras; tendrán carácter de obligatorio para la selección de zonas se cuenta con el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994 (actualmente NOM-083-ECOL-1996) que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 22 de junio de 1994.

El contar con un sitio que reúna las condiciones no asegura evitar la generación de contaminantes ambientales (biogás y lixiviados), es decir que en la disposición final de RSM; se requiere una visión que involucre desde aspectos eminentemente ecológicos, como el reciclaje, hasta la alta tecnificación, como las obras de ingeniería requeridas en un relleno sanitario. La unidad de todo relleno sanitario es la celda diaria en donde se esparce y se compactan los RSM durante un día, al final del mismo son cubiertos con una capa de algún material, que en caso de ser suelo también se compacta. El funcionamiento de esta celda requiere de instalaciones complementarias para su operación ambientalmente segura, es cuando al sitio se le reconoce como relleno sanitario (SEDESOL-INE, 1994). Nuevamente las características que deben cumplir tanto el diseño de los rellenos sanitarios, como de las obras complementarias tendrán carácter de obligatorio al ser aprobado el Proyecto de Norma Oficial NOM-084-ECOL-1994 (actualmente NOM-084-ECOL-1996), que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias, publicado en el DOF del 22 de junio de 1994.

5.6.2. Incineración

Este sistema consiste en quemar las basuras en instalaciones adecuadas. Puede enfocarse como un simple método de eliminación, sin recuperación de productos, que fue la idea inicial de que se partió. En este caso el costo, tanto de instalación como de explotación, es más bajo que si se recupera energía.

Los residuos sólidos municipales son sustancias de combustión difícil. El objeto de la combustión es convertir los distintos componentes de los residuos en gases y en residuos inertes, cenizas y escorias, con el objeto principal de reducir el volumen. Los principales productos de una combustión son CO_2 , CO , SO_2 , H_2O y NO_x . Durante la combustión de la basura los gases se acompañan de Pb , Hg , HCl , otros metales, dioxinas y furanos que son bioacumulables y altamente cancerígenos (Gov. Edo. de Ver., 1992).

La incineración con recuperación de energía empezó desarrollándose en Europa y actualmente se emplea también en Estados Unidos y Canadá. En recuperación puede obtenerse vapor, para suministrarlo como tal o bien producir energía eléctrica; agua caliente, para distribuciones centralizadas de agua caliente o calefacción; un residuo metálico, para reciclar; o gases calientes, para secar los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

También se ha propuesto emplear los desperdicios como sustitutos de combustible, a quemar en calderas, debidamente adaptadas para este fin; en centrales térmicas de carbón ya existentes y en calderas convencionales de plantas industriales. Es en este campo donde van creciendo las posibilidades, aunque no se han resuelto los problemas de corrosiones, emisiones a la atmósfera y otras.

Los residuos sólidos tiene bajo poder calorífico, $1\ 000\ \text{kcal}\ \text{kg}^{-1}$ en promedio, en los núcleos de población urbanos, este es el principal inconveniente para ser adoptado como sistema de eliminación, pues para conseguir la combustión de los desperdicios es necesario que sea autosostenida, sin necesidad de inyectar combustible adicional (MOPU, 1980).

Se puede recuperar o aprovechar la energía contenida en los residuos sólidos a través de los siguientes procedimientos: incineradores de basuras, incorporación de desechos, acondicionados, en calderas, como combustible complementario (briquetas), empleo de turbinas de gas movidas por gases de combustión en la incineración, obtención de combustibles por pirólisis, hidrogenación y obtención de metano por vía anaerobia.

Como sistema de recuperación la incineración reúne ventajas, por cuanto a la reducción del volumen es de un 90 % y la disminución del peso, cerca de un 30 %; y el residuo puede aprovecharse hasta en un 80 %. Los gastos de transporte pueden reducirse porque los incineradores tienen la posibilidad de estar en núcleos habitados. Sin embargo existen dos inconvenientes importantes, el primero es que el costo se incrementa con los sistemas de depuración de gases para no contaminar la atmósfera y el segundo es que hay que eliminar el residuo y cenizas o reutilizar parte de ellos (MOPU, 1980).

Los parámetros que definen la adopción de incineradores como solución con recuperación de energía de los residuos son: poder calorífico de las basuras, su contenido de agua y contenido de material combustible de las mismas.

Si se mezclan los residuos con otros líquidos residuales (deyecciones de animales, desechos de granjas, lodos residuales, etc.) y además se incorporan residuos forestales y agrícolas, se presenta una alternativa muy interesante, que es la obtención de un valioso combustible. A continuación se presenta un ejemplo de esta técnica, que es el proceso Pineda, según se describe en MOPU (1980).

Producción de combustibles sólidos, Proceso Pineda.

Consiste, básicamente, en seleccionar los materiales combustibles de los residuos, secarlos y moldearlos en forma de ladrillo por medios mecánicos. Sus principales inconvenientes son la falta de homogeneidad del producto final, la cual depende del origen y naturaleza de los residuos; además como los residuos tienen un contenido de humedad normalmente alto, son necesarias temperaturas altas de secado ($400\ ^\circ\text{C}$) lo que exige un gran consumo de energía. En este proceso para unir las partículas, sin necesidad de añadir ligante, se requieren de equipos de compresión caros y, a veces, los ladrillos poseen escasa resistencia mecánica y térmica.

El proceso anterior se ha modificado y ahora consiste en fabricar ladrillos combustibles a partir de la biomasa residual producida en fermentaciones aerobias y anaerobias. A través de la fermentación de bacterias en medio aerobio o

anaerobio se consigue destruir el tejido vegetal, reducir el contenido de humedad y homogeneizar el producto final para la obtención de combustible. A la fermentación sigue una etapa de prensado de la materia prima, después de haber sufrido un calentamiento; el proceso termina con el corte de los ladrillos cilíndricos a dimensiones adecuadas. El producto final es de fácil manejo y transporte.

Los residuos se mezclan con cepas aerobias de bacterias, hongos y actinomicetos debidamente seleccionadas, en proporción de 5% aproximadamente, la masa se somete a fermentación aerobia, durante dos o tres semanas, revolviéndose la mezcla y controlándose la temperatura entre los 50 y 70 °C. Una vez consumido el oxígeno, la fermentación se detiene, y ya no se aerea.

En la fermentación anaerobia los residuos se introducen en un silo para iniciar el proceso, las temperaturas deben controlarse entre 15 y 25 °C, el tiempo de fermentación es de una semana, además, es preciso añadir cepas de bacterias anaerobias para que la transformación se lleve a cabo. La fermentación presenta realmente dos procesos, uno anaerobio, en la parte interna y otro aerobio, en la parte externa, este último actúa como filtro depurador de los gases de la fermentación anaerobia interna, los cuales producen malos olores.

En ambos casos se requiere que el producto sea de un tamaño menor a 40 mm, si el tamaño se encuentra entre 40 y 80 mm se devuelve al inicio del proceso; si es mayor de 80 mm se rechaza. El material seleccionado se transporta a un nuevo proceso de fermentación aerobia de 20 °C, entra posteriormente en un molino que lo tritura a 10 o 15 mm, pasa a un secador, a 150 °C, que reduce la humedad hasta el 4 %. En un segundo molino se tritura hasta un tamaño menor de 0.5 mm, las partículas pasan a una máquina compactadora que forma un cilindro continuo compacto, el cual se corta al tamaño deseado. La aglutinación de los ladrillo se consigue con un ligante producido por las propias bacterias.

En la máquina compactadora se obtienen condiciones de presión y temperatura que polimerizan el material, originando un producto nuevo, el que se diferencia de los residuos porque tiene un poder calorífico de hasta 488 kcal kg⁻¹. Este producto puede ser usado para aplicación doméstica, en chimeneas o en la industria ya que concurren en él las siguientes características: no se desintegra, arde sin humos, tiene combustión regular y deja pocas cenizas.

El proceso Pineda ha sido operado con residuos forestales, ganaderos y agrícolas, duros y blandos. Se solicita que los residuos estén triturados y en el caso de los domésticos el proceso inicia con la separación selectiva de los materiales inertes.

5.6.3. Compostaje

La producción de composta viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. El proceso se basa en la fermentación bacteriana de las materias orgánicas, en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos y el producto resultante de esta composición de la materia orgánica es humus.

La composta no es exactamente un abono, sino un regenerador orgánico del terreno. El humus obtenido es el denominado humus joven o humus en estado naciente, que no debe confundirse con el humus viejo o mantillo (Del Val, 1993).

Para obtener composta se requieren desperdicios en fracciones fácilmente fermentables. Los parámetros más importantes de los residuos frente a estos procesos son: porcentaje de materias fermentables, es decir, cantidad de materia orgánica especialmente celulósica, contenido en agua y contenido en sustancias minerales. En el análisis elemental de las muestras debe determinarse también el porcentaje de carbono orgánico y nitrógeno y el valor de la relación C/N.

Al obtenerse composta de la degradación de la materia orgánica, para mayor eficiencia del proceso se necesitan residuos con un alto contenido de materia fermentable, por tanto conviene operar con desechos que no tengan más del 35 % de materia inerte. Si esta cifra se sobrepasa debe efectuarse una separación previa de materiales félicos, vidrios y otras materias inertes, para obtener un mayor rendimiento.

La relación C/N debe ser baja, entre 10 y 25, este es el valor que se exige en Francia. Este índice puede mejorarse añadiéndose a los desechos una cantidad de residuos de aguas negras (MOPU, 1984). El contenido de materias minerales es también importante, sobre todo de elementos como potasio, fósforo, magnesio y calcio, puesto que tienen una acción directa como abonos o regeneradores de terreno.

En la fabricación de composta se siguen dos procedimientos, en función de la forma en que se produzca la fermentación aerobia de las basuras: la fermentación natural y la fermentación acelerada (Del Val, 1993). Durante la fermentación se destruye, por acción de la temperatura, toda clase de gérmenes patógenos y parásitos, quedan esterilizadas las semillas que puedan contener los residuos o los materiales que a ellos se les agregue.

En la fermentación natural se coloca el producto molido y, eventualmente, regado con agua en pirámides de dos metros de altura sobre el área de fermentación. Durante el primer mes debe removerse cada diez días y una vez al mes durante los dos meses siguientes. Después de cada volteo se constata una brusca elevación de la temperatura provocada por la aceleración de la fermentación

de las bacterias aerobias termófilas. Si las pirámides no se remueven, se producirá fermentación anaerobia, poco calorífica y con emanación de malos olores. Transcurridos tres meses, la fase activa de la fermentación está terminada y queda solo la maduración.

Para la fermentación acelerada, el producto triturado se almacena en torres, silos, cilindros o células, en digestores. Se añade agua, se le insufla aire o se pone en movimiento. En este sistema la fase de fermentación se reduce a quince días. Favorece la oxidación de los compuestos orgánicos, controla mejor la fermentación y evita contactos exteriores con insectos y roedores, se destruyen los gérmenes patógenos al mantenerse mejor la temperatura.

En términos generales una planta de compostaje consta de las siguientes instalaciones: recepción de basuras, tratamiento previo de separación de materias inertes, tratamiento físico primario (trituración, cribado y clasificación), fermentación, acondicionamiento de composta y eliminación de los residuos del tratamiento. Se considera que la dimensión mínima de una planta de composta debe ser de unas 300 Tm día⁻¹ (MOPU, 1984). Efectuar una separación previa de materiales como envases y piezas metálicas, cajas de cartón o botellas de vidrio, es aconsejable por las exigencias del proceso de fermentación, por la reducción de volúmenes y por ingresos adicionales de la venta de los subproductos.

Cuatro criterios deben seguirse para la producción de composta en gran escala, en primer lugar debe generarse composta de buena calidad, previamente especificada, apta para los usos a que se destina; en segundo lugar, las plantas deben ubicarse en zonas de cultivos, posibles consumidores del producto; en tercer lugar, deben realizarse fuertes campañas de introducción del mismo, ya que muchos posibles consumidores no tienen el debido conocimiento de las ventajas que este mejorador puede aportar a sus terrenos y el cuarto y último aspecto es el del precio, a pesar de que no es un fertilizante, el agricultor puede confundirlo, comparar uno y otro y asociar precios, ventajas e inconvenientes.

Resulta obvio el futuro optimista del compostaje, pero no como proceso de aprovechamiento de los residuos independiente, sino encuadrado en un plan de tratamiento integral de los residuos sólidos, el cual debe planificarse a escala local o regional.

5.6.4. Reciclado o recuperación de materiales

En este sistema se pretende resolver dos problemas al mismo tiempo: deshacerse de las basuras y aprovechar lo que en ellas haya de recuperable.

Los procesos de recuperación se enfocan algunas veces hacia la obtención directa de ciertos componentes de las basuras, como papel, cartón, vidrio, plástico o metales, que una vez separados con pocas y simples operaciones de preparación pueden ser reutilizados fácilmente. En otros casos, para aprovechar, por

ejemplo, la fracción orgánica, hay que emplear procesos más complejos, físicos, químicos o bioquímicos, para obtener otros productos distintos de los iniciales, como pueden ser la composta, ya citada, alimentos para ganado, gases y líquidos combustibles.

Desde este punto de vista Barton (1989) clasifica a los componentes de los residuos tres grupos:

- a) Recuperables: metales, papel, plástico y vidrio
- b) Recuperables transformables: papel y plástico fundamentalmente y
- c) Transformables: la materia orgánica

Cada una de estas fracciones pueden ser tratadas por diversas técnicas de aprovechamiento, principalmente de carácter físico para los procesos de recuperación, de carácter químico para los procesos de transformación-combustión, pirólisis, hidrogenación, oxidación e hidrólisis y de carácter bioquímico como compostaje, digestión anaerobia y degradación biológica.

La composición de los residuos es el primer condicionante para optar o no por un sistema de reciclado. Como la composición varía las operaciones de reciclado se dividen en dos grandes fases: separación y concentración de los materiales y recuperación o aprovechamiento de los materiales útiles. La primera fase es la operación básica de todo el proceso y seguramente la más costosa. La segunda fase se basa en procesos metalúrgicos, técnicas metalúrgicas y métodos físicos y químicos (Quimby, 1985).

La separación selectiva puede hacerse en el origen de producción o en la ruta general que tengan los residuos. Así la recolección selectiva en el origen consiste en que en los propios hogares domésticos, en restaurantes, en bares o en centros comerciales u oficinas se recojan diversos materiales, casi todos envases y embalajes, como: vidrio, cartón, papel, plásticos, y envases metálicos. Este paso ideal, no es fácil, tropieza con la falta de conciencia ciudadana, y sin la colaboración ciudadana su implantación es imposible.

Lo que ha venido haciéndose en mayor escala es el tratamiento de los residuos en bruto, tratando los residuos tal como se presentan después de su recolecta. Otros procesos recuperan materiales de las escorias de los residuos sólidos incinerados, empleando procedimientos metalúrgicos, de ahí se han obtenido metales féreos, metales no magnéticos pesados, metales no magnéticos ligeros, vidrio y cerámica.

Muchos materiales se usan como envases, esto trae dos tipos de problemas, el primero es la presencia cada vez mayor de materiales, en distintas manufacturas, se ha incrementado el volumen de los residuos y se ha reducido su peso específico o peso volumétrico. Este gran volumen en algunas ciudades ha

obligado a utilizar camiones compactadores en la recolecta. Se dice que los envases y embalajes originan con mucha frecuencia combustión y generación de humos en los tiraderos y rellenos sanitarios. El segundo problema está relacionado con el deterioro de paisaje y la sensación de abandono y suciedad que da la presencia de envases, embalajes y papeles, aunque es obvio que esto no depende de los residuos sino deriva de una falta de educación ambiental, la cual se origina por falta de formación y de información del ciudadano consumidor (The Modern Packaging Encyclopedia, 1988).

El tema del empleo o no de envases de un solo uso, o la limitación de su empleo o la imposición de un impuesto o tasa, ha sido un aspecto muy debatido en los país industrializados. Los gobiernos no se han pronunciado en contra del envase de un solo uso, pero insisten en la necesidad de promover acciones de información y formación ciudadana para depositarlos en lugares adecuados (The Modern Packaging Encyclopedia, 1988).

Se considera que la educación debe enfocarse a los niños, a través de la escuela y de las familias; así como a los adultos, mediante campañas en los medios sociales. Tampoco está claro cuáles pueden ser las medidas de incentivación para lograr una recolecta selectiva de envases.

La distribución de mercancías ha evolucionado pasando por tres etapas: el granel, el envase consignado o con retorno y el envase perdido o de un uso o no retornable. Actualmente existe la tendencia hacia envases de un solo uso compuestos de diversos materiales: vidrio, plástico, hojalata, aluminio, cartón y de sus infinitas combinaciones. Así como es difícil detener el crecimiento demográfico, resulta complicado cambiar los hábitos del consumo y retroceder hacia desventajas e inconvenientes cuando se ha conocido la eficacia, comodidad e higiene (The Modern Packaging Encyclopedia, 1988).

5.6.4.1. Características y recuperación de materiales

Son diversas las formas de recuperar, a través del reciclaje, los residuos y transformarlos en materiales útiles, por ejemplo, Quijano y Mejá (1990) han enfocado sus estudios al tratamiento de los excedentes producidos en la agricultura, desarrollaron un paquete para el aprovechamiento integral de los desechos sólidos de la extracción del jugo de naranja. Las cáscaras de naranja se han venido usando para alimentar ganado vacuno, aunque la cáscara tiene poco valor nutritivo, sin embargo, se pueden recuperar sustancias pécticas, contenidas en ellas, de alto valor comercial en la industria farmacéutica y alimentaria y el residuo de esta operación es sometido a una combustión controlada para la preparación de carbón activado.

A continuación se describen algunas características de los materiales recuperables, así como de los procesos empleados en su recuperación.

Reciclaje microbiológico

Para el reciclaje de materia orgánica doméstica Olgúin *et al* (1994) proponen utilizar en compostaje a escala doméstica un "acelerador" que genera un pH óptimo para el desarrollo bacteriano, en este caso compuesto por cáscaras de naranjas y bagazo de zanahorias, en relación 1:1.

Se han diseñado unidades de composteo que son simples de operar, de bajo costo y elaboradas con materiales fácilmente disponibles por Olgúin *et al* (1994 a). Son composteadores que trabajan a escala semicontinua, con organismos mesofílicos, en ellos se utiliza un acelerador y trozos de madera pequeños para reducir la humedad. Bajo condiciones templadas recomiendan mezclar en los composteadores 60% de residuos sólidos, 20% de acelerador y 20% de trozos de madera; además de alimentarlos diariamente hasta por 21 días, con aereación de seis veces por día durante 60 días, la degradación ocurre en dos meses y se produce un composta libre de gérmenes, con bajo porcentaje de humedad y alto contenido de nitrógeno total.

Las unidades composteadoras descritas son baratas y fáciles de operar, se necesitan por lo menos dos y con el inconveniente de generar los primeros días, malos olores y lixiviados.

Sauri *et al* (1992) realizaron composteo a la fracción orgánica de los residuos sólidos utilizando el método de apilamiento a cielo abierto y aereación manual. Recolectaron la basura generada de 200 casas durante tres días, separaron productos reciclables, llevaron a cabo análisis de composición porcentual de subproductos y peso volumétrico. Los residuos orgánicos fueron molidos y se les añadió lodo de fosa séptica con un máximo de 70% de humedad, la mezcla se homogeneizó y cubrió con composta estabilizada para evitar la proliferación de moscas. En este caso la aereación fue manual, dos veces por semana; y analizaron el producto físico-química y biológicamente. Estos investigadores encontraron que el proceso era satisfactorio con un mínimo de tecnología, pero con tiempo de estabilización muy largos, recomiendan otro método de aereación así como vigilar la calidad del producto antes de aplicarlo como mejorador del suelo.

Los plásticos

La gran variedad de plásticos y la amplitud de sus aplicaciones hacen conveniente una somera descripción de los mismos, así como de sus usos principales para poder entender los diferentes procesos de tratamiento y reciclado.

Para Muñoz Sánchez (1980) los plásticos se pueden ser divididos en dos clases principales: resinas termoestables y resinas termoplásticas. Las resinas termoestables se caracterizan por que durante su fabricación se produce en ellas un cambio químico, o una reacción de entrecruzamiento, para dar lugar a productos que no son capaces de ser fundidos de nuevo y en los que su estructura química ha sido modificada en forma sustancial. Es por esta razón que no pueden ser considerados

normalmente como susceptibles de reciclado y se recuperan como combustibles, aunque los poliuretanos admiten un reciclado terciario de tipo químico. Aquí se encuentran las resinas de formaldehído como la baquelita (PF), formaldehído de urea (UF) y formaldehído melamina (MF) o formica; las resinas epoxi y poliésteres insaturados y el poliuretano (PU).

Las resinas termoplásticas (Muñoz Sánchez, 1980) se caracterizan porque durante su fabricación y transformación sus propiedades permanecen prácticamente sin cambiar y por ello son susceptibles de ser utilizadas como materia prima en las operaciones de transformación. Son ejemplos de ellas polietileno de alta y baja densidad (PEbd y PEad), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PVC), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), acrílicos, poliamidas (Nylon), policarbonatos y polietrafluoroetileno (PTFE, Teflón).

Los materiales plásticos influyen en los residuos de forma variables, según el tratamiento que se de a estos últimos. Si los residuos son colocados en un relleno sanitario los plásticos presentan algunos inconvenientes, vuelan y se esparcen por la zona, ocupan un volumen importante, si son compactados, forman capas impermeables que impiden el paso del aire, con lo que pueden reducir e incluso anular la digestión aerobia, afectan la estabilidad del terreno después del terraplenado y por su elevado poder calorífico pueden propagar incendios.

En caso de compostaje de los residuos, los plásticos constituyen un elemento extraño que no beneficia a la calidad del compost y contribuye a darle un efecto poco estético. Si son triturados para compostaje o compactación, presentan dificultades por sus características mecánicas de resistencia al impacto y al desgaste. además tienen elasticidad y volumen, esto hace que tiendan a recuperar su forma primitiva una vez compactados.

En los procesos de incineración cuando la proporción de plásticos es muy alta pueden dañar los refractarios, se emite gas clorhídrico debido a la combustión del PVC y en estado fundido, los plásticos, pueden dañar los mecanismos móviles de los hornos y dificultar el movimiento de las parrillas (Barton, 1989).

Muñoz Sánchez (1980), considera que el polietileno de baja densidad se mantendrá en proporciones parecidas a las actuales y que las cantidades que aparezcan en los residuos serán casi iguales a las de los envases producidos. Aumentará el film retráctil y el estirable y disminuirán las bolsas dedicadas a alimentación y paquetería. El polietileno de alta densidad aumentará en mayor proporción, especialmente las bolsas y el film. La proporción de polipropileno crecerá más rápidamente, desplazando al PVC en la fabricación de botellas y al PEbd en el film. El PVC limitará su tasa de crecimiento y aumentará la concentración en los residuos urbanos de los llamados "envases complejos" constituidos por varias capas de plástico solos o unidos a papel, aluminio, celofán, etc. Aparecerán nuevas resinas plásticas, como los copolímeros EVA y el polietilentereftalato, utilizado en la fabricación de botellas para bebidas carbónicas.

Se reconocen dos sistemas de separación de plásticos: una a partir de los residuos sólidos urbanos y la otra denominada selectiva. La separación a partir de los residuos sólidos urbanos brutos, incluye procesos de cribado y molienda para después someter a los residuos a la acción de un separador magnético que elimine materiales ferrosos, después son enviados a un clasificador de aire que subdivide a la materia en dos fracciones. La fracción ligera contiene una mezcla de papeles y plásticos ligeros y la fracción pesada se compone de productos de densidad grande.

Casi todos los procesos actuales de separación de plásticos tratan de eliminar los plásticos de la fracción ligera con el fin de aprovechar el papel. Varios procesos son utilizados para la clasificación, entre ellos, se menciona a los procesos TNO, Fläkt, SORAIN y ENADMISA.

Además los plásticos pueden ser separados entre sí según su naturaleza, los métodos se basan en su forma y densidad, en la disolución selectiva y en sus propiedades eléctricas. Los métodos basados en la densidad son los que han dado mejor resultado, dentro de ellos el más difundido es el proceso SINK-FLOAT.

En cuanto a la recolección selectiva, esta consiste en una separación de los objetos de plástico previa al depósito de la basura por parte del ama de casa. Los precios de los plásticos y la preocupación ecológica van posibilitando en forma gradual este tipo de operación. Sin embargo ha resultado ser deficitaria, debido a una mayor necesidad de mano de obra, aunque su interés es innegable desde el punto de vista ecológico.

El reciclado de plástico se define como cualquier proceso en el que los artículos fabricados se recuperan y tratan de tal manera que se produce con ellos un producto útil. Muñoz Sánchez (1980) clasifica las operaciones de reciclado como sigue:

Reciclado primario: el material se reprocesa a la misma aplicación del artículo original, por ejemplo los discos de gramófono.

Reciclado secundario: el material recuperado se reprocesa para dar un objeto que difiere del original. Los objetos producidos poseen propiedades físicas peores que las que tenía el objeto originariamente, es el caso de postes obtenidos de mezclas de residuos plásticos.

Reciclado terciario: es el caso de los residuos plásticos que se convierten a productos no plásticos, tales como aceites, ceras, grasas, monómeros o energía.

El uso de los productos fabricados a partir del reciclado de los residuos plásticos presenta algunas limitaciones técnicas. Es decir la calidad del plástico reciclado depende de la degradación y reticulación del material recuperado, de la

incompatibilidad entre los materiales plásticos y del grado de contaminación de los residuos.

Tomando en cuenta las particularidades de los plásticos y la situación actual de los procesos de separación cabe hacer las siguientes consideraciones: los informes sobre la rentabilidad de estos procesos son difíciles de obtener y es muy difícil emitir un juicio sobre sus méritos concretos; los costos en la recolección, selección y limpieza son altos; los métodos consumen bastante energía, son poco numerosos y caros. Sin embargo existen varias razones que justifican el reciclado de los materiales plásticos, fundamentalmente son las siguientes: económicas, de ahorro de materias primas y energía y ecológicas.

El papel

La celulosa en forma de papel, madera y algodón constituye cerca de la mitad de todo el desecho urbano y la mayoría de este es en forma de papel. Virtualmente toda la celulosa usada en el hogar es reciclada y en general la industria del papel puede usar todo el desecho de papel disponible.

Para Quimby (1985) papel es un término general para designar una amplia variedad de sustancias que están hechas en su mayor parte de fibras de celulosa, el 98 % de las fibras celulósicas es el papel proviene de los árboles, el 2 % restante de algodón, lino, paja y bagazo.

Se siguen cuatro vías básicas para refinar la fibra de celulosa en pulpa, la tecnología aplicada depende del tipo de madera usada y la calidad, así como del brillo y fuerza que se requieran en el producto final. El proceso más ampliamente difundido es el de kraft químico de sulfato, el cual produce largas fibras de considerable fuerza estructural, es usado para bolsas de comestibles y contenedores de papel corrugado, casi el 70 % de la pulpa de papel es de la variedad de pulpa sulfatada (Quimby, 1985).

El segundo proceso, de los más antiguos, es el de sulfito que se encuentra limitado a pulpas de madera con poco contenido de resinas, se produce pulpa brillante, sin blanqueo y pulpa de fácil blanqueo y alto brillo, el porcentaje de papel así producido es de 6.15. El 8.18 % de papel se produce por un proceso semiquímico denominado NSSC (Pulpeado Semiquímico por Sulfato Neutro), se genera principalmente papel corrugado. El proceso denominado Grounwood, es mecánico, usa piedras o molinos mecánicos o de piedra y se usa para elaborar papel para impresión (Quimby, 1985).

Reciclaje de fibra de papel

Para Barton (1989) las fibras de papel secundarias tienen algunas ventajas sobre las fibras vírgenes. Han sido pulpeadas y purificadas, la energía requerida para convertirlas en productos útiles es considerablemente menor que la necesaria para procesar madera en productos y el impacto ambiental es sumamente

más bajo. Existen problemas también con respecto a esta industria, tales como la dispersión y fluctuación de los suministros del material de desecho, los altos costos de recolección y transporte, composición menos predecible que la de las fibras nuevas y prejuicio público y oficial.

El reciclaje efectivo del papel depende del establecimiento de mercados antes de que la recolección empiece, debido a la idea de que si el material es barato no se vende. Cantidades considerables de fibra de papel desechada es usada en la manufactura de fieltro para techos, papel para pisos y papel de envoltura. la fuerza de tensión de las fibras recicladas, a pesar de que es menor que la del producto original, es adecuada para usarse en prensas de periódicos y su entintado es frecuentemente superior.

Se estima que dos tercios del papel y del cartón que va a la basura es potencialmente recuperable, en los Estados Unidos el total de la recuperación es del 20 % va en descenso y se ha determinado que el nivel de generación de diversos papeles es de 0.24 kg persona⁻¹día⁻¹, y se distribuye así: 47 % periódicos, 12 % papel fuerte, 13 % revistas y 28 % de papel mezclado. Esto indica que en los hogares tienen dificultad para distinguir entre los productos de fibra de madera de alto y bajo grado (Barton, 1989).

Actualmente hay dos alternativas para remover la fibra de celulosa del desperdicio urbano mezclado, una es humedeciendo el residuo triturado, cribándolo e hidropulpándolo; la otra es secar residuo triturado y hacer una clasificación aerada. El segundo método implica remover previamente el papel y minimiza la contaminación del agua.

Algunos materiales mezclados pueden ser separados por técnicas de separación seca, en donde es necesario separar la capa plástica, como la mayoría de los plásticos son termoplásticos ceden a temperaturas de 65 a 120 °C, temperatura a la cual la celulosa puede resistir por cortos periodos. Así la capa termoplástica se adhiere a la superficie calentada o gases calientes provocan que se contraiga sobre si misma (Barton, 1989).

Muchos aditivos incorporados al papel para resistencia al agua, mayor resistencia, espesor y entintado se vuelven contaminantes, los cuales causan problemas par la industria de fibras secundarias quienes tienen un alto potencial de contaminación del agua. Se incluyen ceras, polímeros, tintas, adhesivos, asfaltos, metales, etc., debiendo monitorearse también los niveles de antimonio y bifenilpoliclorados. Sin embargo, en general se acepta que hay pocas limitaciones tecnológicas para el reuso de periódicos y cartón y los problemas técnicos, económicos y ecológicos en el reuso de revistas y papeles mezclados pueden ser superados.

El vidrio

El vidrio fue uno de los primeros productos manufacturados, probablemente fue producido por los fenicios hace más de 3500 años. Su mayor uso a través de la historia ha sido para recipientes, el cual actualmente constituye tres cuartas partes del total de la producción. Mucho se ha discutido sobre su reciclaje, a pesar de que el vidrio no es un recurso escaso o valioso, probablemente los mayores esfuerzos se han hecho en el reciclaje del vidrio después del agua y los metales (Barton, 1989).

El vidrio se elabora calentando juntos cerca de 50 % de arena sílica (SiO_2), cerca del 16 % de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y casi el 12 % de cal o piedra caliza o carbonato cálcico (Ca_2CO_3) junto con un 15 a 20 % de olado o vidrio molido. Se considera que la arena sílica es inacabable, los suministros de piedra caliza son amplios y el carbonato de sodio puede ser producido de una fuente natural. Estos materiales en bruto están bien distribuidos y ampliamente disponibles, por lo que su costo es bajo y estable (Barton, 1989).

Las fuentes usuales de colado son las plantas de embotellado, lecherías, cervecerías, más que del desperdicio urbano donde la recuperación de vidrio para este propósito es menos económico. En caso de que el desperdicio urbano derivado del vidrio sea usado los métodos de separación usuales son el sumergido y el flotado. Un método electromagnético es usado para separar el vidrio claro y el coloreado.

Se ha dicho que el vidrio es el material de empaque ideal, es barato, no contamina el ambiente en un sentido químico y actualmente puede incinerarse en hornos de aire, sin contribuir a la contaminación del aire, siendo además un material ideal para el relleno.

Los Metales

Algunos metales son reciclados en una cantidad considerable, las excepciones incluyen a los metales usados primariamente como cubiertas (estaño, cromo y zinc). La venta de chatarra está bien establecida y la división más simple de las chatarras en categorías de ferrosas y no ferrosas, así el acero inoxidable se incluye en ocasiones en la clase de no ferrosa pues su níquel y/o cromo resulta más valioso que el hierro que contiene.

Se ha estimado que, para la mayoría de los metales, menos de la mitad de la chatarra disponible para el reciclaje es recuperada, según datos de Barton (1989) se recupera un 13 % de aluminio, 49 % de cobre, 54 % de plomo y 4 % de zinc; en general los metales catalizadores como cobre, níquel, cobalto y molibdeno, tienden a ser abandonados a causa de las dificultades de recuperación.

Están en investigación tecnologías de recuperación de metales, la alta energía contenida en el aluminio y las limitadas reservas mundiales de cobre, plomo y estaño

justifican los esfuerzos para desarrollar métodos de recuperación. Existen problemas técnico asociados con el reciclaje de metal que no deben ser subestimados.

5.6.5. Procesos químicos

Otros procesos de transformación de los residuos sólidos, más sofisticados que los ya citados, se encuentran en fase de investigación. Dentro de estos los que tienen mejor perspectiva son la pirólisis y la digestión anaerobia.

Pirólisis

Se denomina pirólisis a la descomposición de los compuestos orgánicos de las sustancias contenidas en las basuras efectuada a altas temperaturas (550 a 1000 °C). Es un proceso de destilación en una atmósfera sin oxígeno. La materia orgánica se convierte en gases, líquidos e inertes (MOPU, 1980).

Los productos de este proceso representan el 50 % del volumen inicial de la materia orgánica y pueden ser convertidos en energía fácilmente, tanto para mantener el propio proceso como para producir un exceso de la misma. Ha sido empleado ampliamente en la producción de carbón sintético, en la recuperación de metanol y ácido y en la recuperación de turpentina de la madera, en todos estos casos el material es homogéneo, sin embargo una característica de los residuos sólidos es su falta de homogeneidad.

Los productos obtenidos por la aplicación de este proceso a los residuos sólidos urbanos son coque, alquitrán, aceites ligeros, ácidos orgánicos y alcoholes y gases inertes. Si bien es un proceso nuevo y en fase de investigación y desarrollo, como tal proceso era conocido ya en el antiguo Egipto, donde pirolizaban la madera para obtener el carbón vegetal y alquitrán de madera.

Oxidación

Este método de transformación consiste en la oxidación de los componentes orgánicos de los residuos urbano, en disolución o suspensión acuosa, mediante oxidantes y oxígeno atmosférico a presión y temperaturas de 300 °C. La degradación por oxidación permite obtener compuestos orgánicos sencillos, anhídridos carbónicos y agua. La oxidación en húmedo de residuos ricos en carbono permite obtener ácido acético, ácido fórmico, etc. (MOPU, 1980).

Hidrogenación

La hidrogenación de la celulosa, fracción orgánica de los residuos urbanos, mediante el empleo de monóxido de carbono y agua a 400 °C y presiones de 300 atmósferas, con diversos catalizadores, permite su transformación en productos combustibles. Se estima que por tonelada de residuos sólidos se pueden obtener hasta 320 l de aceites ligeros (MOPU, 1980).

5.6.6. Procesos bioquímicos

Estos procesos se denominan de bioconversión y son una mezcla de sistemas biológicos, mediante los cuales, los complejos orgánicos, tales como hidratos de carbono, lípidos y proteínas, son utilizados por determinados microorganismos para realizar su proceso metabólico. Los productos finales de esta actividad metabólica son metano, anhídrido carbónico, material celular y una fracción no degradable de naturaleza orgánica. Uno de estos procesos, la digestión anaerobia, ya fue descrito con anterioridad, por tal razón a continuación se presenta el proceso denominado fotodegradación.

Fotodegradación

Este sistema se encuentra en fase de investigación, este sistema se aplicaría a los plásticos biodegradables o fotodegradables. Consiste en incorporar a los plásticos determinados productos para que una vez expuesto a la luz se produzca una degradación o autoeliminación fotolítica. Esto podría ser interesante para las láminas de plástico flexible utilizado en agricultura, en invernaderos o en cultivos cubiertos, sin embargo la transformación es muy lenta e incompleta (MOPU, 1980).

5.7. La Gestión de residuos sólidos

La gestión para SEDESOL-INE (1994) comprende la recolección, procesamiento y la disposición final de los desechos, implica varias etapas o procesos asociados con el ciclo de los residuos sólidos, los cuales se describen a continuación.

Generación: el conocimiento de la cantidad y la composición de basura generada en la fuente

Almacenamiento temporal: el área y el tiempo en donde la fuente almacena sus residuos

Recolección: determina rutas y frecuencia de visita a las zonas generadoras

Transporte: el equipo y materiales necesarios para recolectar y trasladar a basura

Tratamiento y reciclaje: contar con tecnologías que permitan procesar la basura a fin de rescatar materiales que por su naturaleza sean aprovechables

Transferencia: en caso de que el sitio de disposición final se encuentre alejado de los centros generadores, los gastos de transportación de los RSM alcanzan niveles prohibitivos, es necesario establecer estaciones de transferencia

Disposición final: áreas adecuadas para el establecimiento de rellenos sanitarios en donde se confinen los residuos

Cada uno de estos aspectos presenta problemas muy específicos que pueden ser atendidos para orientar soluciones a nivel local, regional o nacional. El sistema de recolección y transporte, en algunas ocasiones llega a representar hasta el 80% de los costos totales que el municipio destina para resolver el problema. Además, solo se recolecta el 70% de dichos residuos, mientras que los restantes se abandonan en la calles y lotes baldíos o se tira en basureros clandestinos y cauces de ríos, arroyos u otros cuerpos de agua, siendo una práctica común la de colorar los RSM en tiraderos a cielo abierto (SEDESOL-INE, 1994).

En la elaboración de un plan de recolección hay que considerar los siguientes aspectos: las característica de los residuos a recoger, las variaciones estacionales de la cantidad de residuos producidos, la estructura urbana de cada una de las zonas (doméstica, industrial o comercial), la cantidad y densidad de población, los sentidos de circulación diaria y tráfico, la anchura de las calles, las repercusiones posibles de la recolección nocturna, las distancias al centro de eliminación o descarga, las posibilidad de normalización de recipientes de recolección y los ordenamientos municipales.

Solo cuando se conoce esta información se puede establecer un servicio racional de recolección de RSM. El sistema tradicional de recolecta (Departamento del Distrito Federal, 1989) mediante camiones puede definirse a través de las siguientes etapas:

- a) Número y tipos o modelos de los vehículos de recolecta.
- b) Recorridos definidos para cada vehículo, con definición de horarios e itinerarios.
- c) Parque de mantenimiento y estacionamiento del material, con personal y medios económicos necesarios.

Esta labor técnica debe complementarse con una adecuada campaña de divulgación para conseguir la colaboración ciudadana, a fin de conseguir un servicio de recolecta de calidad y eficaz, al menor costo posible.

Los puntos claves para la eficiencia del servicio de limpia pública, son el buen diseño del plan de gestión de los residuos y la colaboración ciudadana, esta última tiene dos dimensiones; la primera es una tarea de formación o de divulgación y la segunda lograr la cobertura del costo a través de las correspondientes tarifas. Sin embargo para resolver la problemática de los residuos sólidos municipales la solución no debe enfocarse solo desde el punto de vista de la rentabilidad del sistema o proceso, la utilidad no es el primer factor. La resolución de los problemas de contaminación debe plantearse también como un costo social y ecológico, incluso si no se obtuviera ingreso alguno por el tratamiento de los residuos.

5.8. Educación ambiental

5.8.1. Objetivos, principios orientadores y metodología

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos, organismo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), definió en 1970 la educación ambiental como "el proceso de reconocer valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes que sirven para comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y el medio biofísico circundante. La Educación Ambiental incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental"(Vázquez, 1993).

Actualmente entre los especialistas existe una indeterminación en cuanto, a si el término debe ser: Formación Ambiental o Educación Ambiental. En general se ha considerado aceptar el primer término, ya que implica, además un compromiso de acción consecuente hacia la defensa del medio ambiente (Vázquez, 1993), sin embargo, el segundo término es el que se encuentra más generalizado.

Múltiples reuniones realizadas en la década de 1980 pusieron de manifiesto que la educación ambiental debe tender a concientizar, informar, transmitir conocimientos, desarrollar destrezas y aptitudes, promover valores, habilitar en la resolución de problemas, definir criterios y normas de actuación y orientar los procesos de toma de decisiones en un marco donde la calidad del ambiente es parte consustancial de los más elementales derechos vitales.

Toman especial relevancia las reuniones tendentes a organizar a los educadores ambientales y las dirigidas a promover en el ámbito universitario una mayor capacidad de intervención en la resolución de problemas ambientales, mediante la apertura de nuevas opciones profesionales, así como la incorporación de la dimensión ambiental en las carreras tradicionales y en proyectos de investigación. Es en este ámbito, en el cual se ha generado el concepto de formación ambiental, fue propuesto por el Sistema de las Naciones Unidas para designar las prácticas, procesos y acciones impulsadas paralelamente a la educación superior, a fin de fortalecer los estudios dirigidos a capacitar a profesionales para atender problemas ambientales específicos, así como incorporar la dimensión ambiental en las carreras y posgrados tradicionales para que sus prácticas profesionales prevengan y mitiguen impactos ambientales negativos. Esta noción de dimensión ambiental implica comprender la interrelación entre historia, cultura y ambiente, lo que requiere una visión integrada de la problemática ambiental, al articular todos los campos del saber científico, desde las ciencias naturales hasta las sociales, en un marco ético-filosófico (SEDESO-INE, 1994).

La formación ambiental constituye un campo de prácticas y estudios reciente en el país, las Instituciones de Educación Superior avanzan paulatinamente en la búsqueda de respuestas a la problemática ambiental. Así en el Subsistema de

Educación Superior se ha observado un progresivo desarrollo de la formación ambiental en dos sentidos: a) un crecimiento rápido de nuevas opciones curriculares para la formación y actualización de profesionales en diferentes áreas del conocimiento, y b) con mayor lentitud, una serie de acciones para la reconversión ambiental de los curricula de las profesiones tradicionales (Vázquez, 1993).

La educación ambiental se enfrenta a una serie de problemas tales como: el tratamiento alarmista y sin alternativas que se da a los problemas ecológicos, la falta de conexión entre las medidas individuales que se implementan y la problemática social, el carácter temporal de las acciones propuestas, la falta de continuidad entre el contenido que se transmite y las concepciones y representaciones de los sujetos y la falta de información sobre los problemas locales en conjunción con la problemática nacional.

Además la educación ambiental aún es muy pobre en todos los niveles de enseñanza, incluidas las licenciaturas y posgrados; los educadores y profesores no están capacitados ni interesados en manejar el tema con sus educados, a nivel familiar y en los medios de comunicación masiva, no hay orientación seria y permanente al respecto, y los estudiosos del tema se empeñan en discutir cuestiones teóricas y semánticas que no se materializan en avances concretos.

Vázquez (1993) dice que para dar solución a esta situación se requiere:

- 1) Un diagnóstico local de los problemas ecológicos y la situación ambiental.
- 2) Un conocimiento de las concepciones y representaciones que tiene la población escolar sobre las acciones realizadas en favor de su ambiente.
- 3) El diseño que permita analizar y reflexionar sobre la problemática de manera creativa.
- 4) El desarrollo de la orientación que deben tener las acciones para que no sólo contribuyan a implantar medidas individuales sino vincular éstas con acciones sociales.

La situación ambiental involucra a todos los sectores de la sociedad, y a todos los individuos de la comunidad, por lo que una solución debe partir de todos, Así la educación ambiental se presenta como una oportunidad no solo de integrar el conocimiento sino para socializarlo y lograr una vinculación entre académicos, integradores, administradores públicos y sociedad civil de modo que pueda lograrse una acción participativa para la solución de los problemas del ambiente. Esta es la razón por cual, en el presente estudio, se plantea la educación ambiental como una estrategia fundamental para la gestión ambiental municipal, más que como un instrumento.

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Para SEDUE (1991) algunos principios orientadores de la educación ambiental son:

1. Considerar el medio ambiente en su totalidad: natural y construido, en sus aspectos tecnológico, social, económico, político, moral, cultural, histórico y estético.
2. Ser un proceso continuo a lo largo de toda la vida, que debe empezar en el nivel preescolar y continuar a través de todas las etapas formales y no formales.
3. Ser interdisciplinaria en su enfoque inspirándose en el contenido específico de cada disciplina para posibilitar una perspectiva holística.
4. Enfatizar la participación activa en la prevención de los problemas ambientales y el trabajo tendiente a su solución.
5. Examinar los principales temas ambientales desde los puntos de vista, local, nacional, regional e internacional, de modo que el individuo se forme una idea de las condiciones ambientales que imperan en otras áreas geográficas.
6. Concentrarse en situaciones ambientales actuales y potenciales.
7. Enfatizar la complejidad de los problemas ambientales y de este modo la necesidad de desarrollar el pensamiento crítico y habilidades para resolver problemas.
8. Utilizar diversos ambientes de aprendizaje y una amplia gama de enfoques pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje sobre y desde el medio ambiente, con el debido acento en las actividades prácticas, y las experiencias de primera mano.
9. Centrarse en la propia comunidad del individuo y relacionar los tópicos discutidos con problemas y perspectivas estatales, regionales, nacionales e internacionales.
10. Capacitar al individuo a desempeñar un papel en la planificación de sus experiencias de aprendizaje y darles una oportunidad de tomar decisiones y aceptar sus consecuencias.

La metodología para abordar la educación ambiental estaría dada en tres áreas: a) contacto con la realidad natural y social, b) la interdisciplinaria y c) la investigación participativa. Es decir se desarrollará sobre la base del estudio de situaciones o procesos concretos de la realidad, abordados en forma total a través de la integración de los datos, que se obtengan mediante una investigación.

a) Contacto con la realidad natural y social.

Este es un factor importante ya que de la manera en que estudiemos cómo nos vinculamos con la realidad ambiental nos explicaremos más detenidamente nuestras relaciones de sociedad y naturaleza. Los objetivos de la educación ambiental

no son conseguibles sin el contacto directo con el medio ambiente sin la práctica reiterada en el análisis de situaciones y de la búsqueda de soluciones a la problemática planteada.

b) La interdisciplinariedad

La investigación de un aspecto de la problemática ambiental exige un enfoque integrador, obteniendo como resultado la suma de las aportaciones de cada una de las ciencias involucradas, pero sin verlas por separado o yuxtaponiéndolos, sino que será preciso integrar los resultados, estableciendo las relaciones que guardan entre uno y otros.

c) Investigación participativa

Es un proceso de investigación, educación y acción donde se da la participación de la comunidad junto con un compromiso científico que apunta a la transformación social, bajo los siguientes aspectos:

1. Visualizar a la realidad como una tendencia donde se interrelacionan múltiples procesos.
2. Asegurar la unidad esencial de la teoría y la práctica en el proceso de generación del conocimiento transformador.
3. A través de un proceso de conocimiento crítico de la realidad ambiental, pretender su transformación social.
4. Motivación de los participantes en el estudio.
5. Planteamiento de hipótesis resolutorias de la situación o problema ambiental.
6. Adopción de posibles propuestas de acción.
7. Visualizar la investigación y la educación como momentos de un mismo proceso.
8. El investigador y el educando se insertan en la comunidad vivencialmente, para que conjuntamente con ella, puedan ejercer los momentos investigativos y de proyección sociocultural y económico.
9. Su estrategia metodológica permite que las decisiones se tomen colectivamente, entonces el programa ambiental se define en función de una realidad concreta y compartida.
10. La actividad investigativa no culmina en una respuesta de orden técnico sino en la elaboración de propuestas de acción expresadas en una perspectiva de cambio social.

5.8.2. Niveles de la educación ambiental

Debe considerarse que el cambio de actitud del individuo con respecto al ambiente, no se logra de manera inmediata. La educación ambiental, como proceso de enseñanza-aprendizaje comprende tres niveles: sensibilización, reflexión y concientización (SEDUE, 1991).

El primero es la sensibilización, con la cual se pretende motivar y despertar el interés sobre algún problema determinado, a partir del intercambio de conocimientos y experiencias de los propios participantes, utilizando para ello diversos medios (pláticas, debates, entrevistas, cursos) y materiales (impresos, películas y audiovisuales).

El nivel de reflexión, se desprende de la sensibilización, del análisis logrado por la información y del intercambio de experiencias y, que conlleva a la generación de cambios de actitud.

El tercer nivel, la concientización, se refiere al compromiso activo, a la participación consciente y permanente que se manifiesta en una nueva forma de vida y en una relación respetuosa y armónica con la naturaleza.

5.8.3. Vertientes y estrategias

Según Vázquez (1993) en nuestro país el doctor Enrique Beltrán, propone manejar una educación "formal", que se imparte curricularmente, y otra de tipo "no formal", que carece de valor curricular; con respecto a la problemática ambiental; proponen también que se cambien los programas educativos y se trate de incidir en todos los sectores, considerando la necesidad de particularizar en cada caso según los intereses específicos de cada grupo social participante. A este respecto algunos profesores del sistema educativo nacional, han comentado lo siguiente: consideran al niño como un individuo con conciencia social y agente tanto de su propio desarrollo como del desarrollo social, plantean la educación elemental como más formativa que informativa y la necesidad de que el educando "aprenda a aprender" como una alternativa para que durante toda su vida, dentro y fuera de la escuela organice sus observaciones por medio de la reflexión y participe responsable y críticamente en la vida.

González-Gaudio (1993) considera que este tipo de educación también puede impartirse fuera de la escuela, para lo cual establece que existen tres tipos de Educación Ambiental: formal, no formal e informal. Tanto la formal y la no formal se desarrollan en el centro escolar, curricular y extracurricularmente; la informal es la que se realiza fuera del centro escolar con vecinos, asociaciones civiles, colonos, etc.

Sin embargo la Subsecretaria de Ecología (1991), que dependía de la SEDUE, distingue varios ámbitos de la Educación Ambiental que la remiten a una clasificación parecida: La Educación Ambiental Formal, No formal e Informal.

La Formal se refiere a los conocimientos que se adquieren dentro de un sistema escolarizado, asimismo comprende aquellas actividades tendientes a promover la incorporación de los principios de la dimensión ambiental en la estructura de planes y programas de los distintos niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional, de manera interdisciplinaria con las otras áreas del conocimiento.

En esta área y en función de que las modificaciones en los planes y programas de estudio son decisiones de las instancias normativas de la Secretaria de Educación Pública, toca al municipio impulsar actividades dentro y fuera de la escuela, involucrando a maestros, alumnos y padres de familia para que sin salirse de los programas vigentes, aborden, amplíen y relacionen ciertos contenidos que forman parte de los conceptos sobre el medio ambiente.

La Educación Ambiental no Formal, se refiere al conjunto de actividades que pueden generar actitudes responsables y comprometidas ante el medio ambiente en los diferentes sectores y grupos de la población, tales como: obreros, campesinos, amas de casa, promotores, grupos de colonos, infantiles y juveniles y otros, para motivar su participación efectiva en la resolución de sus problemas ambientales específicos.

La considerada informal se desarrolla a través de actividades que no implican una programación u organización exprofeso, como pudiera ser la difusión y la promoción a través de los medios colectivos de comunicación como es: la radio, la prensa, la televisión, los trípticos, los carteles, entre otros.

En la práctica los ámbitos no pueden separarse tan fácilmente, las actividades de la Educación Ambiental Formal no se limitan a incorporar la dimensión ambiental en los aspectos formales del curriculum escolar, también incluyen ciclos de conferencias, cursos, campañas, promoción de materiales impresos, etc. y aunque la No Formal se realiza en forma paralela e independiente de la Formal, sus actividades deben sistematizarse y programarse para lograr los objetivos propuestos.

5.8.4. Actividades de la educación ambiental no formal

Las actividades de la Educación Ambiental No Formal, son más flexibles, no dependen de la rigidez de un curriculum escolar, y se desarrollan en función de temas generadores. Los temas generadores son enunciados generales de áreas o problemas ambientales que para su análisis requieren la participación de múltiples enfoques: sociales, económicos, culturales políticos y ecológicos (SEDUE, 1986).

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

El establecimiento de los temas generadores surge del diagnóstico de la problemática y las características ambientales locales en donde se desarrollará el proyecto. El tratamiento de estos temas tiene como propósito el análisis de las interrelaciones entre el hombre y su medio y ayudarlo a determinar cuales son las causas o fuentes generadores de sus problemas, considerando su desarrollo, el tipo de destinatario, para programar el grado de abordaje del propio tema generador.

Según SEDUE (1986) la selección de los temas generadores para formular un programa de educación ambiental debe realizarse sobre la base de varias premisas:

1. Debe surgir del análisis de las características de problemas ambientales de la localidad en la que se pretenda desarrollar el programa o ejecutar el proyecto.
2. Debe considerarse en la realización de este análisis la participación de la población con la que se vayan a desarrollar las acciones.
3. Tomar en cuenta, para la determinación del grado de complejidad con que van a ser tratados los temas, el tipo de grupo con el que se va a trabajar y las características de los destinatarios en función de un análisis previo del nivel y tipo de información que ya posean.

Después de la selección de los temas generadores debe proponerse un orden en el tratamiento de los mismos, ubicando en primer término, aquel que vaya más acorde con los intereses y motivaciones del grupo, pero sin olvidar la posibilidad de realizar un trabajo con los participantes que permita obtener resultados visibles a corto plazo. Los temas generadores pueden ser complemento de las actividades escolares, por eso debe analizarse previamente el programa escolar respectivo para conocer el tipo y el nivel de información que se maneja y determinar la forma más conveniente de articular el tema generador con ella. Estas actividades deben realizarse en forma conjunta con los profesores del grado escolar en virtud de que serán ellos quienes ejecuten lo acordado.

Las actividades de aprendizaje pueden desarrollarse con diversos fines; es decir una misma actividad puede emplearse tanto para nivel de sensibilización como para el de concientización. Además se recomienda que se incluyan actividades de tres tipos: de apertura, central y de evaluación (SEDUE, 1986).

Las actividades de apertura sirven para aclarar los objetivos a cumplir y para enfatizar aquello que se va a observar o analizar. La actividad central hace referencia más directamente al objetivo a lograr, por lo que debe prepararse con suficiente anticipación, por último las actividades de evaluación son para determinar el alcance de los objetivos propuestos, las omisiones cometidas, los problemas presentados y para modificar los aspectos en donde se establezcan los problemas y poder continuar con otras actividades.

Otro procedimiento utilizado es la técnica de proyectos, la que puede ser aplicable tanto en el ámbito formal como no formal de la Educación Ambiental, permite vincular la dimensión ambiental a las diferentes áreas del conocimiento y propicia una participación permanente, dinámica y creativa de los diferentes agentes participantes. Es una continuación de la identificación de temas generadores y consiste básicamente en la definición de problemas ejecución de un conjunto de acciones planeadas con la intención de dar solución a un problema que surge de situaciones reales y del interés del individuo o de la comunidad.

5.9. Educación y municipio

5.9.1. Participación comunitaria

Los programas comunitarios de educación ambiental son definidos por Sureda y Colom (1989) como "aquellas actividades educativas desarrolladas en el marco de una comunidad normalmente pequeña, orientadas a la consecución de conocimientos y actitudes en relación a algún problema ambiental de la propia comunidad". Se distinguen de los programas de orientación social por la tecnología utilizada, en éstos se usan más los medios y técnicas publicitarios, en cambio en los de tipo comunitario además de usar los recursos de la publicidad se mantiene un sentido educativo.

La comunidad municipal es la unidad geográfica más pequeña, pero la más importante del país pues son las comunidades base, quienes forman la comunidad nacional. En ellas están los recursos naturales materiales, naturales y humanos, técnicos e institucionales indispensables para el progreso de la nación.

La Educación Ambiental representa el instrumento de cohesión de todos los esfuerzos para el desarrollo comunitario municipal ya que invita a la población para que se convierta en la principal defensora de su propio medio y en la protagonista de una nueva etapa de la planeación y del desarrollo municipal. Proporciona las líneas para promover, canalizar y orientar la participación comunitaria. Las líneas de participación comunitaria son: la información y la participación de las organizaciones civiles (SEDUE, 1991).

La información es la necesidad que existan continuos flujos de información desde el gobierno municipal a la ciudadanía y viceversa, en la segunda línea se considera la importancia de incorporar a grupos urbanos o rurales que funcionen como agentes ejecutivos que en coordinación con las autoridades municipales puedan enfrentar el desarrollo de múltiples proyectos (SEDUE, 1991).

5.9.2. El programa de educación ambiental municipal

Existe una heterogeneidad de formas de participación ciudadana, estas deben considerarse en todo planteamiento y elaboración de acciones de Educación Ambiental. Considerando los criterios de Wood y Walton (1987) a continuación se dan cinco pasos para que los programas de Educación Ambiental sean eficaces:

1. El diagnóstico es la identificación de los problemas ambientales específicos a ser encarados por el programa educativo, y la determinación de las soluciones técnicas de los mismos. El diagnóstico es el primer paso y determinará el público, los métodos, el contenido y los criterios para evaluarlo.

Las siguientes preguntas pueden ayudar a identificar un problema ambiental y las soluciones probables.

- ¿Cuáles son los principales problemas ambientales que enfrenta la región?
- ¿Cuál es la escala del problema?
- ¿Es práctico tratar el problema?
- ¿Cuál es la causa del problema?
- ¿Que tan serio es su impacto sobre el medio ambiente?
- ¿Existen soluciones técnicas viables al problema?

2. La identificación y el conocimiento del público que se tiene en mente para el programa. Una vez definidos los problemas ambientales a tratar se debe identificar a las personas que van a llevar a la práctica las soluciones para lograrlo. Aquí deben considerarse no sólo a las personas que son directamente parte del problema, sino también los miembros de la comunidad que tienen influencia con estas personas, o funcionarios públicos en general.

En este punto deben ser escogidos grupos meta, los que deben ser capaces de contribuir a la solución del problema y darse cuenta de que los cambios impulsados por el programa educativo van en su propio beneficio. Los grupos a menudo escogidos incluyen: personas que inciden directamente sobre los recursos naturales, los trabajadores de extensión, los líderes locales y funcionarios gubernamentales, miembros prestigiosos de la comunidad, público en general y escolares.

Para escoger el público se sugieren las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes están afectando directamente los recursos naturales que se están considerando?
- Cambiar su comportamiento ¿Va en su propio beneficio?
- ¿Qué les va a convencer a cambiar su comportamiento?
- ¿Hay miembros prestigiosos de la comunidad que pueden ayudar a convencer a la gente de que cambien?

3. La elaboración del mensaje a proyectarse para el público seleccionado. Los grupos meta seleccionados pueden necesitar conocimientos generales, dirección práctica, estímulo o una combinación de los tres. En este paso es necesario seguir el siguiente proceso:

- a) Hacer un relato del problema que describe el tema ambiental (Diagnóstico)
- b) Preparar la razón de ser del programa propuesto (Justificación)
- c) Preparar una afirmación de los propósitos del programa (Objetivos)
- d) Elaborar el resultado deseado del programa (Metas)

Las siguientes preguntas ayudarán a identificar el mensaje

- ¿Cuáles problemas serán tratados por el Programa de Educación Ambiental?
- ¿Por qué se debe dirigir el programa a este problema ambiental y no a otro?
- ¿Cuáles son los públicos meta del programa?
- ¿Cuáles son los conocimientos y actitudes que deben tener los grupos escogidos para poder hacer un aporte efectivo a la resolución del problema ambiental?
- ¿Que información se ha recogido acerca de las creencias, costumbres y nivel escolar del público escogido?

4. La estrategia educativa, se refiere a la selección de los medios para hacer llegar el mensaje. Toda estrategia de Educación Ambiental debe hacer dos cosas: llegar hasta el público meta del programa y comunicar la información del programa eficazmente.

Para escoger una estrategia adecuada deben considerarse varios factores:

- a) ¿Cómo recibe información el público meta? ¿Pueden emplearse mecanismos de comunicación ya existentes?
- b) ¿Quiénes son consideradas las personas confiables que son líderes de la comunidad, personalidades ejemplares, o que comunican información?
- c) ¿Es breve o complicado el mensaje a comunicarse?
- d) ¿Será el programa de larga o corta duración? ¿Cuántos de entre el público saben leer y escribir?
- e) ¿Se han dirigido otras estrategias educativas hacia el público que ha escogido y se han documentado tales experiencias?

Según las respuestas a estas preguntas, se puede escoger la estrategia educativa, algunas de las estrategias más comúnmente utilizadas son: los programas de extensión, los programas escolares, clubes y organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación social, materiales de especiales impresos, exhibiciones y demostraciones, actividades especiales, materiales misceláneos o comunicación interpersonal.

Los programas de extensión son implementados para la enseñanza de los adultos en términos específicos de mejorar la salud, la agricultura y la silvicultura, son tal vez la única forma de presentar eficazmente mucha información ambiental a los adultos, requieren que el educador ambiental casi siempre trabaje individualmente.

Dentro de los programas escolares los alumnos, además de compartir con sus familias lo que aprenden en la escuela, pueden involucrar a la comunidad, ya que se invitan a la escuelas, a los funcionarios de protección del ambiente, de salud, profesionistas, etc. a participar en los programas.

Las organizaciones no gubernamentales, que son organizaciones sin fines de lucro, pueden llevar a cabo actividades ambientales, estudiar problemas, recomendar soluciones, promover políticas, educar al público y proporcionar, incluso, financiamiento a proyectos.

Un periódico o bien una emisora de radio o televisión puede colaborar en la producción y divulgación de temas ambientales. Los materiales impresos y misceláneos pueden comunicar información sobre el medio ambiente en las escuelas, oficinas. incluyen trípticos, calcomanías, folletos, volantes, etiquetas, etc.

En las exhibiciones y demostraciones se incluyen desde carteles hasta demostraciones, talleres ambientales, exhibición de animales vivos y senderos ecológicos, se emplean películas, diapositivas y presentaciones en vivo para hacer llegar un mensaje al público.

El mensaje que el comunicador ambiental se proponga, tendrá un mayor impacto cuando la misma población lo recomiende o comunique a las demás comunidades, es en este sentido que la comunicación interpersonal se toma como estrategia educativa.

5. La evaluación, consiste en identificar claramente los objetivos del programa y confirmar si las personas han adquirido conocimientos, actitudes y destrezas. Las evaluaciones periódicas, durante el programa, permiten hacer cambios al programa cuando sea necesario, y permiten mejorarlo. También debe hacerse una evaluación al finalizar el trabajo.

Un modelo de implementación de este tipo de programas supone la realización de las siguientes fases: delimitación del problema y análisis de finalidades, planificación del programa, ejecución del programa y verificación del programa.

Sureda y Colom (1989) de manera sintética presentan el esquema para diseñar programas de educación ambiental en un marco comunitario debe ajustarse a la programación que a continuación se presenta.

1. Delimitación del problema y especificación de finalidades:

- a) Definir el problema ambiental que será objeto del programa.
- b) Documentarse sobre el problema para:
 - Especificar causas del problema ambiental.
 - Diseñar soluciones.
 - Centrarse en aquellas soluciones en las que pueda participar el grupo objeto del programa.

2. Planificación:

- a) Delimitación del grupo objetivo: Implica:
 - Evaluar relaciones problema/grupo.
 - Determinar el denominado grupo objetivo o grupo de riesgo.
 - Determinar los aspectos temporales del programa.
 - Evaluar la conveniencia de escalonar el programa.
 - Determinar fases de grupo para cada etapa.
 - Asegurar la continuidad del programa.
- b) Definir mensajes
 - Seleccionar ideas.
 - Transformar ideas en mensajes.
 - Concretar los medios de comunicación a utilizar.
- c) Seleccionar las actividades:
 - Inventariar medios de comunicación susceptibles de ser utilizados.
 - Evaluar las posibilidades que se tienen para crear medios propios.
 - Especificar los contenidos a transmitir así como la forma de hacerlo.
 - Relacionar medios y tiempos del programa.

3. Ejecución o implementación del programa.

4. Verificación o evaluación general del programa.

VI. ESTRATEGIA

El objeto principal de este trabajo es el de plantear soluciones a una problemática muy importante como es el uso, manejo y reciclaje de los residuos sólidos en el municipio de Jalcomulco, para ello y por cuestiones prácticas se dividió el trabajo en tres etapas consecutivas que son:

1) Diagnóstico: Con el propósito de conocer el porcentaje y calidad de los desperdicios en los hogares de la localidad se trabajó aplicando las Normas Oficiales Mexicanas para generación, método de cuarteo, determinación de peso volumétrico y selección y cuantificación de subproductos. En esta etapa se realizó la evaluación de la producción de residuos sólidos municipales, además se hizo un reconocimiento de la situación del departamento encargado de la limpia pública, infraestructura y prestación del servicio.

2) Planeación: Los datos de la primera etapa sirvieron para determinar el volumen de los residuos producidos y ubicar el sitio posible para el relleno sanitario, también se llevó a cabo un estudio de mercado para la comercialización de los subproductos. Se elaboró el trabajo educativo enfocado principalmente a maestros y alumnos de los últimos grados de educación primaria y los primeros grados de educación secundaria, para que estos sirvan como monitores y divulgadores hacia la ciudadanía en general a través de talleres informativos. Se trata de concientizar a todos los miembros de esta comunidad sobre la dimensión real del problema y sus posibles consecuencias. En esta etapa se hizo mucho énfasis en la participación ciudadana, es decir, dirigir las actividades para que los participantes asuman que la solución a la problemática está en sus acciones.

3) Ejecución: Se llevó a cabo todo lo especificado en el punto anterior, además de seguir implementando talleres de manera que el interés por parte de la comunidad no decaiga, sino por el contrario, que cada vez estén más y más conscientes de que si no se tiene un buen control sobre estos desechos se convierten en basura y su reciclaje es prácticamente imposible. Dentro de esta etapa se hizo una evaluación con la finalidad de identificar las formas de participación e incorporación al proyecto.

VII. HIPOTESIS DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente estudio se elaboró una hipótesis operacional que presupone una correlación entre los aspectos técnicos y educativos para resolver la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Algunos métodos de tratamiento y disposición final de residuos sólidos han sido cuestionados por el desperdicio energético que significan, particularmente el de depositar los residuos sólidos en rellenos sanitarios, método muy difundido en nuestro país, sin embargo proporcionan una solución inmediata al problema de la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, pero si se trabaja paralelamente en la disminución de residuos, con un sistema de recuperación de materiales reciclables a través de un proceso educativo se logrará hacer complementarios y no excluyentes estos dos sistemas de disposición final.

VIII. OBJETIVOS Y METAS

Con el propósito de establecer los límites y la amplitud del estudio, orientar sobre los posibles resultados a obtener y definir las etapas del proceso de investigación a realizar se diseñaron los siguientes objetivos y metas.

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general es realizar el diagnóstico sobre la situación actual de la basura en el municipio comunidad de Jalcomulco y divulgar el conocimiento que se tiene acerca de las diversas técnicas para el uso, manejo y reciclaje de los desechos sólidos a través de talleres educativos dirigidos a la comunidad en general.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- A) Determinar la cantidad de residuos sólidos municipales producidos en el municipio de Jalcomulco, evaluando la composición y cuantificación de los subproductos.
- B) Divulgar el conocimiento que se tiene acerca de las diversas técnicas para el uso, manejo y reciclaje de los residuos sólidos municipales a través de la educación ecológica aplicada a alumnos, maestros y comunidad en general.

- C) Sensibilizar a la comunidad y crearles hábitos de protección al ambiente.
- D) Seleccionar un sitio adecuado para la instalación de un relleno sanitario conforme a la normatividad ecológica.
- E) Plantear la creación de una microempresa autosuficiente que promueva la reutilización o venta de los residuos sólidos municipales.

METAS

1. Vincular a profesionistas altamente capacitados con la comunidad.
2. Capacitar a 10 maestros de las diferentes escuelas locales en el área de la problemática de los residuos sólidos municipales.
3. Realizar el diagnóstico sobre producción de basura.
4. Diseñar y aplicar talleres educativos dirigidos a maestros, alumnos, amas de casa y ejidatarios.
5. Producir material didáctico que sirva como apoyo a otros maestros .
6. Elaborar trípticos informativos sobre el manejo de los residuos sólidos.
7. Realizar el estudio de mercado para los residuos sólidos.

IX. METODOLOGÍA

Para obtener información sobre la generación de basura en Jalcomulco se llevó a cabo un muestreo siguiendo las normas oficiales que la SEDESOL, actualmente SEMARNAP, establece; de la misma forma se procedió para la selección y cuantificación de subproductos.

Las Normas Oficiales Mexicanas utilizadas fueron las siguientes:

- NOM-AA-61-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación.
- NOM-AA-15-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo métodos de cuarteo.
- NOM-AA-19-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: peso volumétrico *in situ*.
- NOM-AA-22-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: selección y cuantificación de subproductos.

Se encuentran sintetizadas en el Apéndice 1, así como las cédulas de campo utilizadas para capturar información, las que se encuentran en el Apéndice 2.

El análisis de los datos se realizó con los programas de cómputo propuestos por la SEDUE (1985). Estos estudios se realizaron en el período comprendido entre mayo y julio de 1994.

Con los datos de población registrados en el Anuario Estadístico del Estado de Veracruz (Gov. Edo. de Veracruz e Instituto de Estadística, Geografía e Informática, 1990) se hizo una proyección de habitantes para los próximos 25 años, para ello se utilizó la fórmula propuesta en Gov. Edo. de Ver. (1991), de la misma forma se procedió con los datos de producción de basura, esto con la finalidad de tener una aproximación volumétrica de los residuos sólidos municipales que se acumularían en un relleno sanitario

También se hicieron recorridos en la comunidad y entrevistas con las autoridades locales para poder elaborar un diagnóstico sobre la situación de recolección y disposición de basura, de este modo se diseñó una guía de entrevista para conocer los siguientes aspectos:

1. Existencia de un reglamento de limpia pública.
2. Determinación de la forma de recolección.
3. Turnos y rutas para la recolección.
4. Tipo de vehículo colector.
5. Personal encargado de la recolección.
6. Ubicación y características del basurero actual.

En la selección del sitio destinado al relleno sanitario se utilizó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994 (actualmente NOM-083-ECOL-1996), sintetizada en el Apéndice 1. En los estudios y proyecciones de la fase de propuesta técnica, se consultó información de la Dirección General de Asuntos Ecológicos, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente-Veracruz, y del H. Ayuntamiento de Jalcomulco, Ver. Se consideraron las recomendaciones de Jaramillo (1991), SEDUE (s/f), Gobierno del Estado de Veracruz (1992), SEDESOL-CICM (1994) para la selección de sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos municipales.

Los datos se analizaron siguiendo las Guías de Interpretación Cartográfica (SPP, 1980; INEGI, 1989a; INEGI, 1989b e INEGI, 1990) y las respectivas Cartas Edafológica, Geológica, Hidrológicas, de Vegetación y Topográfica del Estado de Veracruz; además se consultó el trabajo de Rossignol *et al* (1988).

Se diseñaron y aplicaron los talleres educativos dirigidos, primeramente, a los maestros, considerándose después aplicarlos a las amas de casa, jóvenes y ejidatarios.

Se elaboraron además folletos de divulgación y difusión (trípticos) para reforzar los siguientes temas:

- a. Problemática general de la basura en la región de Jalcomulco
- b. Tratamiento de residuos transformables. Composta
Tratamiento de residuos recuperables. Reciclaje
- c. Propuestas de acción
 - c.1. Centro de Acopio
 - c.2. Composteo

Para el diseño de los talleres se incorporó la información y los métodos y técnicas valorados y propuestos por los siguientes autores Deffis (1991), Trejo Vázquez (1994), Del Val (1993), Aguilar y Salas (1987), Herzig (1987), CONAFE (1985) y Padilla Massieu (s/f).

Finalmente atendiendo a las recomendaciones de Baca (1990) se realizó un estudio de mercado para establecer las rutas de comercialización de subproductos de la basura y poder fundamentar el establecimiento de un centro de acopio de residuos sólidos.

X. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los datos generados durante el desarrollo de la investigación, se ordenan de acuerdo a la secuencia en que fueron obtenidos. Se muestran en primer término las proyecciones de población, de volúmenes de basura y tipos de subproductos, estos datos son seguidos por un análisis de la situación actual de recolección y disposición de la basura. Posteriormente se analizan los posibles sitios para ubicar un relleno sanitario, después se exponen los diseños educativos y la forma de participación de la comunidad, para finalizar con una síntesis del estudio de mercado de los residuos sólidos.

10.1. Datos de población

Con el fin de establecer una estimación del incremento del volumen de generación de desechos sólidos en la comunidad de Jalcomulco se realizó un análisis del crecimiento de la población en los próximos 25 años.

Se usaron como fuentes los resultados preliminares del XI Censo de población y Vivienda" (INEGI, 1990) y "Los Municipios de Veracruz" (Secretaría de Gobernación y Gob. Edo. de Ver. 1988). De la primera referencia se obtuvieron los datos de población del municipio para 1990. Los datos de porcentaje de población rural y urbana, para su estimación se obtuvieron del segundo documento.

La proyección de población se realizó con la ecuación para el crecimiento de una población (Franco López *et al* , 1985) propuesta por Gob. Edo. de Ver. (1991):

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

donde:

N_t = población en un tiempo t

N_0 = Población inicial

t = tiempo t

r = tasa intrínseca de crecimiento poblacional

En 1990 la población del municipio de Jalcomulco se estimó en 4111 habitantes y la de la comunidad de Jalcomulco en 2325 habitantes, con una tasa media anual de crecimiento de 3.57%.

En la tabla 6 se presentan los datos actuales de población y los estimados para los próximos 25 años a nivel municipal.

La población del municipio de Jalcomulco se estimó en 4111 habitantes, esto es el 0.0748 % de la población estatal, como las actividades agropecuarias constituyen la actividad principal, se considera que el total de la población es rural. La densidad de población es de 70 hab km⁻².

10.2. Producción de basura.

Para la realización del diagnóstico de desechos sólidos en Jalcomulco se acudió a diferentes fuentes municipales y se realizaron entrevistas a funcionarios responsables del Servicio de Limpia.

En el análisis de producción de basura se tomaron los lineamientos normativos de la SEDESOL (hoy SEMARNAP) establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-AA-61-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación, NOM-AA-15-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo métodos de cuarteo, NOM-AA-19-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: peso volumétrico *in situ*, NOM-AA-22-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: selección y cuantificación de subproductos (Apéndice 1).

Tabla 6. Datos de población estimados a 25 años para el Municipio de Jalcomulco, Ver.

AÑOS	MUNICIPAL	JALCOMULCO
1990	4111	2325
1991	4206	2410
1992	4415	2497
1993	4575	2587
1994	4742	2681
1995	4914	2779
1996	5092	2880
1997	5278	2985
1998	5469	3093
1999	5668	3205
2000	5874	3322
2001	6088	3443
2002	6309	3568
2003	6538	3698
2004	6776	3832
2005	7022	3971
2006	7278	4116
2007	7242	4265
2008	7816	4420
2009	8100	4581
2010	8395	4747
2011	8700	4920
2012	9016	5099
2013	9344	5284
2014	9683	5476
2015	10035	5675

Para el estudio de generación de residuos sólidos se realizó un muestreo aleatorio en campo en dos estratos socioeconómicos basados en el tipo de vivienda, siguiendo las recomendaciones del síndico único, así se determinó un tamaño de muestra igual a $n=50$ por estrato, es decir 100 elementos. El muestro sólo se realizó en la comunidad de Jalcomulco, cabecera municipal del municipio del mismo nombre.

10.2.1. Generación de basura

Se determinó el tamaño de muestra, realizándose después el muestreo. En el Apéndice 2 se presenta el formato de la encuesta de campo levantada.

La generación *per capita* de residuos sólidos domiciliarios (cantidad de basura producida por una persona en el lapso de un día, expresado en $\text{kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$), se obtuvo con el uso de elementos y análisis estadísticos, mediante un muestreo aleatorio representativo con una determinada confiabilidad, este dato se multiplicó por toda la población del municipio dando la generación de residuos sólidos de toda la población, determinando después la producción total de basura por año que finalmente será depositada en un relleno sanitario.

En un análisis de 100 elementos se encontró una generación media para la comunidad de Jalcomulco de $0.325 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Este índice de generación de desechos sólidos considera únicamente los de producción doméstica y no comprende otros desechos como escombros de construcción, desechos hospitalarios, residuos de comercios, restaurantes y demás.

En las tablas 7 y 8 se presentan las proyecciones de volúmenes de residuos sólidos domésticos de 1994 a 2015, tanto para el municipio como para la cabecera municipal.

Sauri *et al* (1990) en su estudio sobre desechos sólidos domiciliarios de la zona rural del estado de Yucatán encontraron que este tipo de poblaciones genera $0.205 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, esto es una generación significativamente menor a la registrada en el presente trabajo, sin embargo esto es solo una referencia, ya que no podría tomarse en forma comparativa pues el nivel socioeconómico, de ambas zonas, no ha sido analizado y tiene influencia sobre la cantidad y tipo de residuos generados. Establecen, además, la relación entre tamaño de la población y la generación *per capita* de desechos sólidos domiciliarios, encontraron una buena correlación lineal ($y=0.9632$), sin embargo existe una diferencia importante ($\alpha = 0.05$) entre la generación *per capita* de grupos en una misma población.

Comparando los resultados del presente estudio con los registrados por Gob. Edo. de Veracruz (1991) para Coatepec, encontramos que la generación en esta población es de $0.329 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, la cantidad es similar a la de Jalcomulco, aunque debajo de la media estatal veracruzana ($0.391 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Tabla 7. Estimación de la producción de volumen de residuos sólidos domésticos para el municipio de Jalcomulco, Ver.

AÑO	POBLACION	G (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	P (kg día ⁻¹)	PESO (ton año ⁻¹)	VOLUMEN ANUAL (m ³ año ⁻¹)	VOL. ANUAL ACUMULADO (m ³)
1990	4111					
1991	4206					
1992	4415					
1993	4575					
1994	4742	0.325	1541	563	938	938
1995	4914	0.330	1622	592	987	1925
1996	5092	0.335	1706	623	1038	2963
1997	5278	0.340	1795	655	1092	4055
1998	5469	0.345	1887	689	1148	5203
1999	5668	0.350	1984	724	1207	6410
2000	5874	0.355	2085	761	1269	7679
2001	6088	0.361	2198	802	1337	9016
2002	6309	0.366	2309	843	1405	10421
2003	6538	0.371	2426	885	1476	11897
2004	6776	0.377	2555	932	1554	13451
2005	7022	0.383	2689	982	1636	15087
2006	7278	0.388	2824	1031	1718	16805
2007	7242	0.394	2853	1041	1736	18541
2008	7816	0.400	3126	1141	1902	20443
2009	8100	0.406	3289	1200	2001	22444
2010	8395	0.412	3459	1262	2104	24548
2011	8700	0.418	3637	1327	2212	26760
2012	9016	0.425	3823	1399	2331	29091
2013	9344	0.431	4027	1470	2450	31541
2014	9683	0.438	4241	1548	2580	34121
2015	10035	0.444	4442	1621	2702	36823

Datos de producción de basura (G): Investigación Directa

Incremento de G= 1.5 % anual ⁽¹⁾

Alcance de densidad para cálculo de volúmenes = 0.6 ton m⁻³ ⁽¹⁾

⁽¹⁾ SEDUE.1988. Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales e Industriales.

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

Tabla 8. Estimación de la producción de volumen de residuos sólidos domésticos para la comunidad de Jalcomulco, Ver.

AÑO	POBLACION	G (kg hab ⁻¹ día ⁻¹)	P (kg día ⁻¹)	PESO (ton año ⁻¹)	VOLMEN ANUAL (m ³ año ⁻¹)	VOL. ANUAL ACUMULADO (m ³)
1990	2325					
1991	2409					
1992	2497					
1993	2587					
1994	2681	0.325	871	318	530	530
1995	2779	0.330	917	335	558	1088
1996	2880	0.335	965	352	587	1675
1997	2985	0.340	1015	370	617	2292
1998	3093	0.345	1067	390	649	2941
1999	3205	0.350	1122	409	682	3623
2000	3322	0.355	1179	430	717	4340
2001	3443	0.361	1243	454	756	5096
2002	3568	0.366	1306	477	794	5890
2003	3698	0.371	1372	501	835	6725
2004	3832	0.377	1445	527	879	7604
2005	3971	0.383	1521	555	925	8529
2006	4116	0.388	1597	583	972	9501
2007	4265	0.394	1688	616	1027	10528
2008	4420	0.400	1768	645	1076	11604
2009	4581	0.406	1860	679	1131	12735
2010	4747	0.412	1956	714	1190	13925
2011	4920	0.418	2057	751	1251	15176
2012	5099	0.425	2167	791	1318	16494
2013	5284	0.431	2277	831	1385	17879
2014	5476	0.438	2398	875	1459	19338
2015	5675	0.444	2570	920	1533	20871

Datos de producción de basura (G): Investigación Directa

Incremento de G= 1.5 % anual ⁽¹⁾

Alcance de densidad para cálculo de volúmenes = 0.6 ton m⁻³ ⁽¹⁾

⁽¹⁾ SEDUE. 1988. Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales e Industriales.

10.2.2. Peso volumétrico

El peso volumétrico o densidad de los residuos sólidos de la comunidad de Jalcomulco se valoró "in situ", para ello se hizo la determinación de una muestra compuesta, bajo el criterio relacionado con el sistema de recolección vigente, el que es de rutas para el pueblo sin diferenciar barrios o sectores de la población. En el Apéndice 2 se localiza la cédula de campo usada para este análisis.

El resultado obtenido indica que el peso volumétrico o densidad de los residuos sólidos en la comunidad de Jalcomulco es de 160 kg m^{-3} . Sauri *et al* (1990) registraron en dos poblaciones de Yucatán los siguientes pesos volumétricos 151.5 kg m^{-3} y 150.7 kg m^{-3} , encontrando que el mayor componente físico de las basuras es, en los dos casos, el de los residuos de alimentos (25.05 % y 21.49 %). Para Jalcomulco se encontró un peso volumétrico de 160 kg m^{-3} y un 44.85 % de residuos de alimentos, el mayor porcentaje de residuos alimenticios explica el incremento del peso volumétrico.

10.2.3. Análisis de subproductos

Esta determinación se realizó con las muestras del estudio de generación y la muestra específica se extrajo del último cuarteo según lo establece la norma técnica NOM-AA-22-1985. El análisis se llevó a cabo con una muestra compuesta por los residuos de los sectores socioeconómicos estudiados durante el muestreo de generación.

En la tabla 9 se presentan los subproductos más representativos, en porcentaje de componentes, para la comunidad de Jalcomulco. La composición de los sub-productos más representativos solo puede ser parcialmente comparada con el trabajo de Sauri *et al* (1990) ya que estos últimos utilizaron algunas categorías de clasificación diferentes, tales como: piedra, cuero, tetrapack y madera. Con los datos de Coatepec (Gov. Edo. de Veracruz, 1991) puede establecerse una relación, encontramos una cantidad mayor de residuos alimenticios y de jardinería, esto es debido a las características de la población de Jalcomulco y a la época en que se llevó a cabo el muestreo porque, como mencionan Sauri *et al* (1990) el mayor componente de las basuras es el de los residuos de alimentos el cual tiende a disminuir en las áreas urbanas.

Tabla 9. Composición física de los residuos sólidos municipales de Jalcomulco, Ver.

SUBPRODUCTOS	PORCENTAJE
Algodón	0.23
Cartón	2.16
Cartón encerado	1.95
Hueso	0.63
Lata	1.86
Loza y cerámica	0.60
Material Ferroso	0.36
Material no ferroso	1.52
Otros	2.41
Papel	8.10
Pañal Desechable	0.86
Plástico rígido y de pel.	7.01
Poliuretano	0.40
Residuos alimenticios	44.85
Residuos de jardinería	20.72
Trapo	0.20
Vidrio transparente	6.14
TOTAL	100.00

10.2.4. Volumen total de basura municipal

El volumen estimado de 1.541 ton día⁻¹ para el municipio de Jalcomulco, comprende exclusivamente a la basura de origen doméstico, con el propósito de considerar, además, los residuos sólidos que se generan en los mercados, comercios, vías públicas, oficinas, restaurantes, etc., se tomará en cuenta un 20 % más de basura (SEDUE, 1988) lo que hace un total de 1.849 ton día⁻¹, este dato se debe tomar exclusivamente como una referencia para el municipio. Esta cantidad de basura, con una densidad de 160 kg m⁻³ ocupa 11.56 m³ y con un factor de compactación promedio de 0.3 ton m⁻³ se necesitan 6.16 m³ de capacidad recolectora mínima diaria, que equivale a 0.88 camiones de volteo de 7 m³.

Para la comunidad de Jalcomulco el volumen estimado de 0.871 ton día⁻¹ ocupa un volumen de 6.5 m³ y con el factor de compactación se necesita una capacidad recolectora mínima diaria de a 3.5 m³, es decir 0.5 camiones de volteo de 7 m³.

El servicio de limpia pública se presta en la cabecera municipal y en las dos congregaciones del municipio, durante la recolecta, es decir, en la práctica se captan semanalmente, aproximadamente, un promedio de ocho toneladas de basura, este dato

es el que debe ser utilizado para propósitos de recolección y disposición final; con una densidad de 160 kg m^{-3} ocupa un volumen de 7.14 m^3 y con un factor de compactación de 0.3 ton m^{-3} , se necesitan 3.57 m^3 de capacidad recolectora diaria, que son equivalentes a 0.51 camiones de volteo de 7 m^3 de capacidad.

10.3. Situación actual de recolección y disposición de basura

Se describe en este apartado el sistema de recolección, reglamentos, vehículo, turnos, ruta y el sitio de disposición final para abarcar los puntos de recolecta, transporte y disposición.

10.3.1. Reglamentación

El Ayuntamiento no cuenta con un reglamento de Limpia Pública, solo existen disposiciones generales acerca de los días y forma de recolección. Los días martes y viernes en la cabecera municipal y jueves en las comunidades.

10.3.2. Sistema de recolección

El servicio de recolección que presta el Ayuntamiento de Jalcomulco incluye los desechos domésticos y no domésticos (escuelas, oficinas, comercios). Actualmente se recolectan aproximadamente entre 7 y 9 toneladas semanales de basura doméstica, mismas que son recolectadas exclusivamente por el ayuntamiento local. El sistema de recolección es coordinado por el Regidor de Limpia Pública, Tránsito y Salud C. Erick Ernesto Cid Hernández. Los desechos son transportados al Basurero Oficial, una vez depositados el chofer y sus ayudantes proceden a quemarlos al aire libre. El almacenamiento domiciliario de los desechos es de varios tipos, materiales y tamaños, se lleva a cabo en costales de plástico, huacales de madera, cubetas, pocas bolsas de plástico. Predomina el uso de costales y cubetas.

La disposición de la basura en lotes baldíos también puede observarse, es práctica habitual tirar basura en depresiones del terreno, y a orillas del río.

La forma de recolección consiste en el Método de Esquina y Parada Fija, uno de los ayudantes pasa avisando y la gente saca su basura, colocándola en la esquina de recolección más próxima a su vivienda.

Los ayudantes se organizan de manera que uno de ellos recoge del suelo, o de la gente, la basura, dándosela a su compañero parado dentro del camión, quien a su vez vacía el contenido dentro del camión y posteriormente devuelve el contenedor a la persona o lo tira en el suelo.

El servicio de recolección que el Ayuntamiento realiza es gratuito, el servicio no se cobra. Tampoco hay separación por parte de los recolectores, la gente barre el frente de sus casas y el Ayuntamiento se encarga del aseo de lugares públicos,

puentes, y zonas turísticas, este es un gran problema cada fin de semana por la afluencia de turistas que dejan sucia la ribera del río.

10.3.3. Turnos

Se han establecido dos turnos por semana en la cabecera municipal, y una vez por semana en las congregaciones, estas poblaciones tienen su propio basurero, también localizado cerca del río.

10.3.4. Ruta

En cada uno de los turnos se realizan dos rutas, en promedio, las cuales aumentan a tres en época de cosecha o disminuyen a una. En general la ruta se establece en función de que el camión se llene, entonces si es necesario se realiza otro viaje. En la Fig. 3 se pueden apreciar las dos rutas.

La ruta 1, recorre las esquinas de la calle Zaragoza, hasta Abasolo, sobre esta hasta Ursulo Galván de ahí a Primero de Mayo, Hidalgo, Allende hasta Morelos, dobla en Madero, hasta 20 de Noviembre, después en Revolución, parte de Zaragoza, Independencia y Enríquez, de nuevo Revolución, para salir por 5 de Mayo hacia el basurero. La Ruta 2, inicia en Revolución, sube Ursulo Galván, recorre independencia, Morelos, la calle de Juárez en su salida a Coatepec, se regresa por Juárez hasta 5 de Mayo, y de ahí de nuevo al basurero.

Las rutas trazadas se siguen por uso y costumbre, no hay un estudio que fundamente su recorrido. La ruta 1 es más larga debido a que se marcó considerando que el camión se llenara, por eso la ruta 2 sólo recorre la zona restante, el camión no se llena completamente y es más corta.

10.3.5. Vehículo

Se cuenta con un vehículo Marca FORD Modelo 1982, es un camión tipo Volteo, con una capacidad de siete toneladas. Es difícil darle un mantenimiento adecuado, ya que se usa para otros asuntos, por lo que en corto plazo será necesaria la adquisición de otra unidad. El servicio de limpia no tiene instalaciones propias, el vehículo se guarda en el garaje general situado a un lado del edificio del Ayuntamiento Municipal.

Uno de los principales problemas que tiene el ayuntamiento para prestar tal servicio es que sólo cuenta con un camión recolector de volteo, mismo que se utiliza para otros menesteres como transportar material de construcción, transporte de personal, etc.

10.3.6. Personal

Tres personas constituyen el personal, un chofer y dos auxiliares que no laboran exclusivamente para el sistema de limpia pública, el sistema cuesta al ayuntamiento un total aproximado de \$ 11 600.00, representa el 15.61 % del presupuesto mensual municipal y el 14.63 % del presupuesto anual municipal. (H. Legislatura del Edo. Ver. 1994) los cuáles se distribuyen entre salarios, mantenimiento de unidades y combustible del vehículo.

10.3.7. Basurero Oficial

La basura se deposita en un área localizada sobre la carretera a Apazapan, que dista 2 km aproximadamente de la cabecera municipal, y se ubica en un declive pronunciado (barranca) a 100 m del cauce del río Los Pescados, ocasionando que durante las avenidas o crecientes sea arrastrada corriente abajo constituyéndose en un factor más de contaminación del recurso acuático; la superficie utilizada es de 0.4 ha, aproximadamente. Este sitio por su ubicación y condiciones generales no permite que pueda ser utilizado como el definitivo para la disposición final, siendo su principal restricción estar colocado a la orilla de la carretera a Apazapan y a 100 metros del río Los Pescados.

Al finalizar la recolección y si el volumen de basura lo amerita, se procede a la quema de la basura.

10.4. Análisis de las zonas aptas para el relleno sanitario

El análisis que se presenta a continuación tiene como finalidad evaluar el terreno apto donde pueda ubicarse un relleno sanitario. Está basado en los requisitos establecidos en el proyecto de norma oficial mexicana de la SEDESOL NOM-083-ECOL-1994 cuyos objetivos específicos son: evitar la contaminación de mantos acuíferos superficiales y subterráneos, evitar problemas de salud a la población, que el terreno propuesto para el relleno sanitario se encuentra ubicado entre 1.5 y 10 km de la población y que la vida útil del sitio sea de cuando menos 7 años.

10.4.1. Definición del área de trabajo

La norma oficial mexicana establece que los sitios destinados para relleno sanitario deben de ubicarse entre 1.5 y 10 km de distancia con respecto a la mancha urbana. Sin embargo, las autoridades del municipio plantean la necesidad de que los lugares destinados al relleno sanitario no se coloquen muy lejos, pues esto ocasiona un incremento económico en la disposición de los residuos municipales.

Tomando en consideración la inquietud de las autoridades municipales, así como lo establecido en la norma oficial mexicana se ubicó un área de estudio circundante 15 km teniendo como centro al poblado de Jalcomulco. Considerándose para tal efecto

dos áreas localizadas al noreste y noroeste del poblado, pues las otras zonas están limitadas físicamente por el río, elevaciones topográficas o son áreas de cultivo.

10.4.2. Descripción de las zonas analizadas

Se realizó un análisis de las ventajas y limitaciones del medio físico y humano del área circundante, en base a la información proporcionada en las cartas de edafología, geología, hidrología, vegetación y topografía del INEGI (Fig. 4, 5, 6, 7 y 8). La descripción del medio físico y humano puede encontrarse en el marco de referencia (4.1.). Se hicieron además una serie de consultas a ejidatarios para valorar la viabilidad del terreno.

Ubicar adecuadamente las distancias es importante en la optimización del sistema de recolección, pues repercute en el tiempo y en los costos de transporte de los asiduos sólidos, además alarga la vida útil de los vehículos recolectores. Se recomienda que el terreno esté a no menos de 30 minutos del centro de población. Como las distancias recomendadas oscilan entre 1.5 y 10 km en un área se analizó un área circundante 15 km.

El tipo de suelo predominante es el derivado de las piedras calizas, en relieves excesivos como las barrancas y laderas muy pronunciadas con alta peligrosidad y afloramientos calizos.

Su clima se caracteriza por ser bastante caluroso, el número de meses secos es de seis, concentrándose la lluvia en cuatro meses: de junio a septiembre. Esta región se encuentran en la zona de transición de los alisios y de los climas ecuatoriales.

La comunidad de Jalcomulco, tiene una cuenca principal que es la cuenca del río Los Pescados, ubicado en la parte sur y pasa tangente a la mancha urbana actual. Las corrientes superficiales, ocasionadas por las aguas pluviales, y el colector de aguas negras de la comunidad desembocan directamente al río. Un aspecto muy importante que se notó, es que en tiempo de lluvias el río crece acarreado un gran nivel de aguas que golpean en un talud de tierra ubicado en la zona suroeste de la mancha urbana y que está ocasionando desbordes de tierra.

La carta estatal de regionalización fisiográfica (INEGI, 1988) ubica al municipio de Jalcomulco en dos provincias: Eje Neovolcánico y Llanura Costera del Golfo Sur, la mayor parte del territorio corresponde a la primera, específicamente a la subprovincia 14 de la Sierra de Chiconquiaco caracterizada por lomeríos tendidos con cañadas. Hacia el sureste esta la segunda provincia, particularmente la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana caracterizada por ser una llanura de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos.

Geológicamente está constituida por rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica, que se depositaron durante el cenozoico superior en forma de tobas, brechas y cenizas volcánicas. La unidad de formación Ts(Ti) conocida como toba intermedia son depósitos piroclásticos de composición andesítica, compuestos por tobas de textura merocristalina piroclástica mineralógicamente contiene plagioclasas calcsódicas, lamprobolita, vidrio ácido, hematita con intemperismo en gris oscuro y ocre. Son producto de algunas emisiones piroclásticas arrojadas por el volcán Pico de Orizaba, sobreyacen discordantemente a calizas cretácicas, a derrames lávicos andesíticos y a brechas volcánicas intermedias, su morfología es de lomeríos suaves.

La formación Ks(Cz) denominada caliza, son calizas microcristalinas aloquímicas de facies que varían de talud a prearrecifal de textura wackestone color gris oscuro. La unidad se dispone en estratos medianos y delgados, contiene nódulos, lentes, y bandas de pedernal negro, así como vetillas de calcita, ocasionalmente presenta horizontes de calcarenita y lutita y desarrollo de una gruesa capa superficial de caliche.

Es parte de la formación Guzmanita y hacia la plataforma de Córdoba se correlaciona con la formación Maltrata. Sobreyace en concordancia a la secuencia calcárea del Cretácico Inferior y subyace de igual modo a la secuencia calcáreo-arcillosa del Cretácico Superior, así como, en contacto discordante a la cubierta volcánica de andesitas y tobas ácidas del Terciario Superior. Aflora con formas de sierras de mediana altura.

La unidad de formación Q (al) o aluvial, son depósitos aluviales originados por acción fluvial, su textura y granulometría varía de una región a otra hacia la región occidental son suelos poco consolidados de arena gruesa ligeramente gravosos, compuestos por vidrio volcánico, feldespatos, micas y fragmentos de roca.

Edafológicamente tiene suelos de tipo Vertisol pélico, Feozem háplico, Regosol eútrico, Luvisol órtico y Litosol. Las características de estos suelos se dan a continuación.

El Vertisol se forma de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones, El horizonte A es profundo de textura arcillosa, o de migajón arcilloso, con alto contenido de material fino. Los pélicos son de color gris oscuro, con pH ligeramente ácido a moderadamente alcalino, contenido medio de materia orgánica y su capacidad de absorber cationes de calcio, magnesio y potasio va de alta a muy alta.

Los suelos del tipo Feozem háplico son en su mayoría jóvenes con horizonte A mólico, B cámbico y /o C subyacente; su capa superficial tiene un espesor de 30a 35 cm, son de color pardo, gris oscuro, con abundante materia orgánica y nutrientes, pH ligeramente alcalino a ligeramente ácido, con textura de migajón arenoso y arcilloso y estructura en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño variable. El horizonte subyacente B o C tiene color pardo pálido amarillento o pardo rojizo, textura franca o de

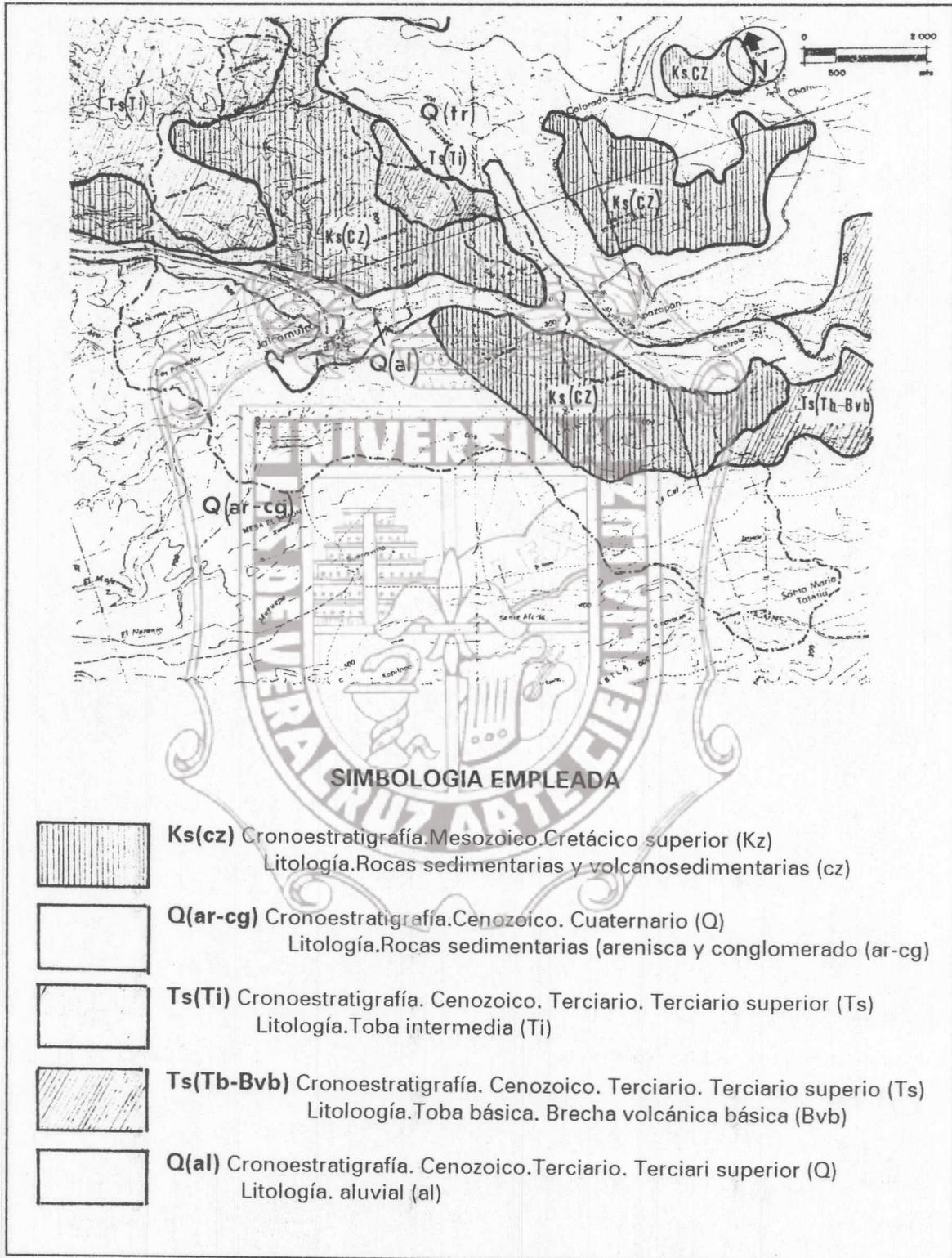


Fig. 4. Carta municipal de geología del municipio de Jalcomulco, Ver.

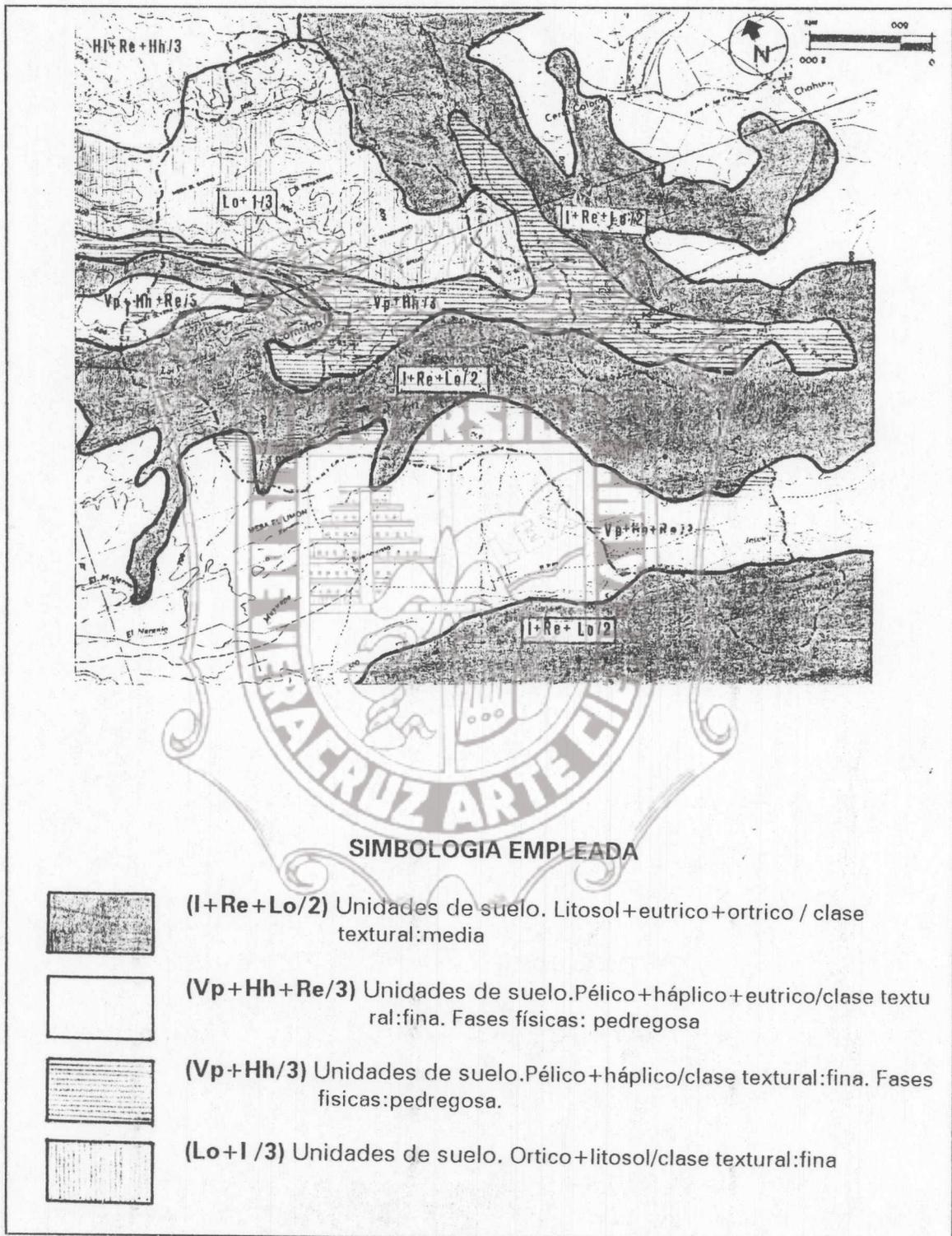


Fig. 5. Carta municipal de edafología del municipio de Jalcomulco, Ver

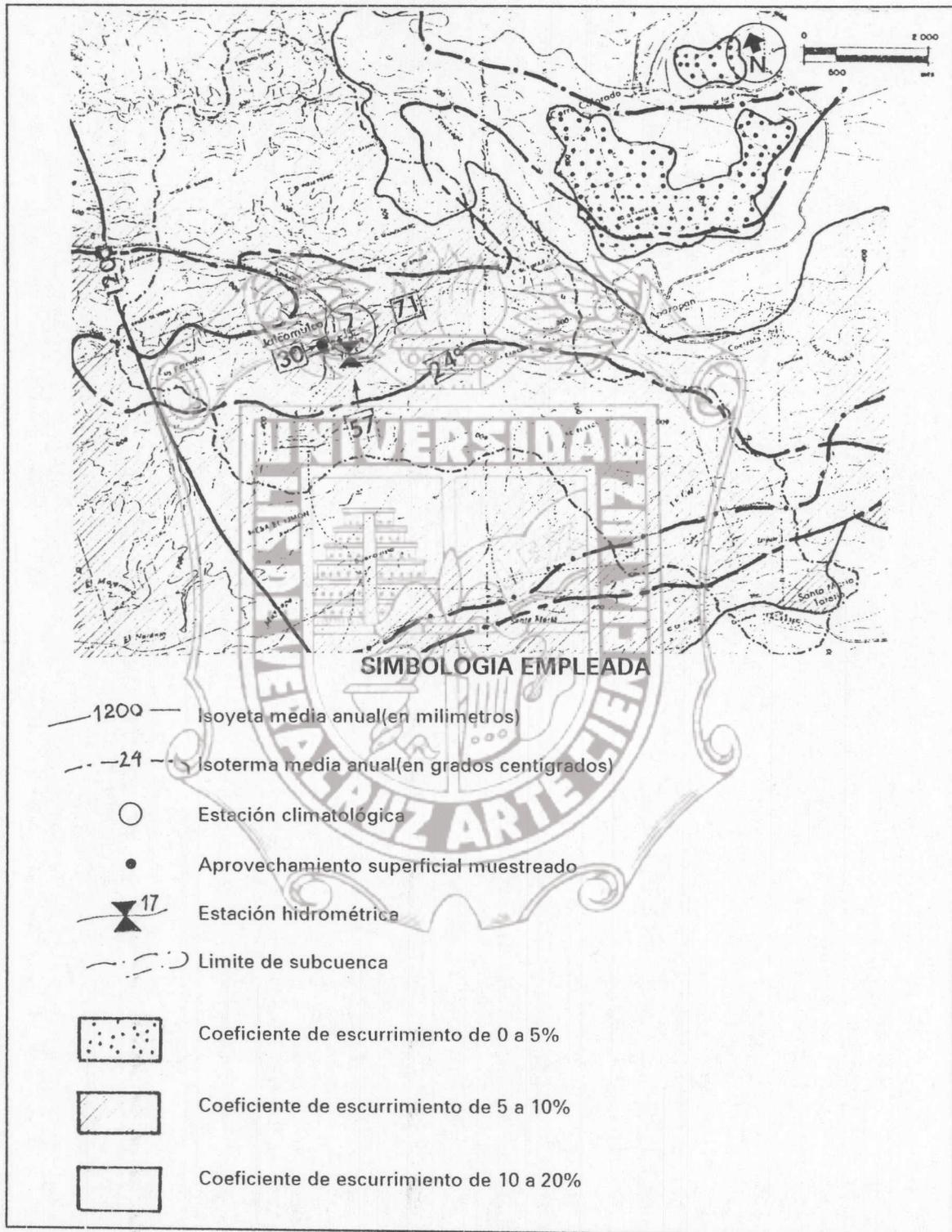


Fig. 6. Carta municipal de hidrología superficial y subterránea del municipio de Jalcomulco, Ver.



Fig. 7. Carta municipal de cultivos y vegetación del municipio de Jalcomulco, Ver.

Instituto de Ingeniería
 Universidad Veracruzana

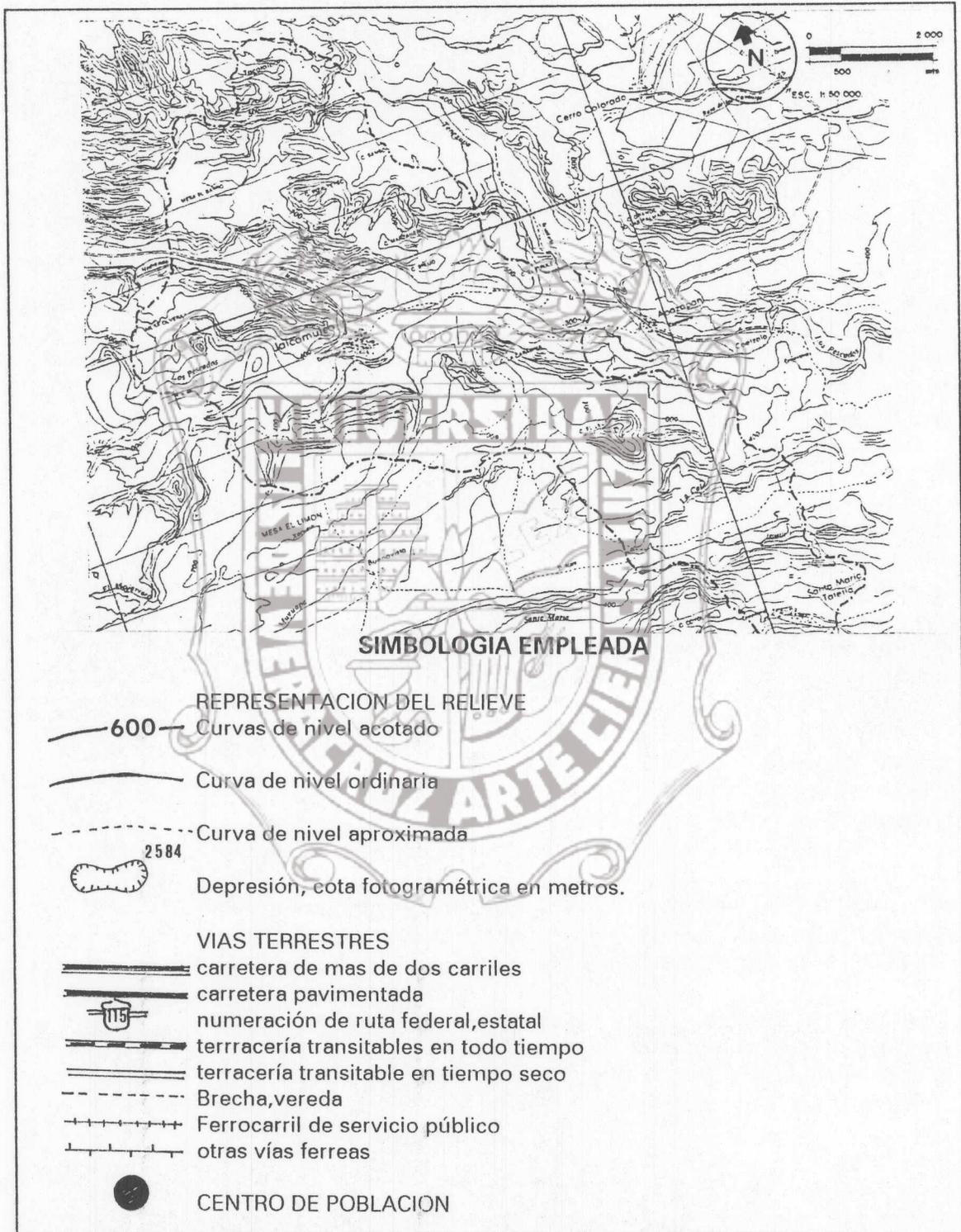


Fig. 8. Carta municipal de topografía y población del municipio de Jalcomulco, Ver.

migajón arenoso, y estructura semejante al anterior, pH alcalino en forma ligera y capacidad de intercambio catiónico de media a alta.

En el tipo Regosol el horizonte A descansa sobre la roca, o bien, en una capa mineral, el horizonte C tiene pocas variaciones respecto al primero. Son suelos de color pardo grisáceo o amarillento, de textura arcillosa. El pH de los eútricos es ligeramente ácido, la capacidad de intercambio catiónico es de baja a media y la saturación de bases es alta, con cantidades de medias a altas de calcio, de bajas a moderadas de magnesio y bajas de potasio, su fertilidad es media.

Los suelos Luvisol se forman a partir de lutitas, calizas, areniscas y rocas ígneas básicas. El horizonte A ócrico es de color pardo rojizo o gris oscuro, muy delgado, con alto contenido de materia orgánica, su textura varía de migajón arenoso a arcillosa, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Su estructura es de bloques angulares de tamaño fino a grueso. El horizonte B argílico es de textura arcillosa, pardo rojizo y pH ácido, la saturación con calcio y magnesio va de media a alta, el potasio en cantidades bajas.

El tipo Litosol tiene una capa superficial de 9 a 17 cm de espesor, otra subyacente de más de 160 cm enriquecida con arcilla, el horizonte A ócrico es pardo amarillento con textura de migajón arenoso o de migajón arcilloso, rico en materia orgánica (5 a 8 %), alta saturación de bases (90 %), bajo contenido de calcio y potasio y medio de magnesio. El horizonte B argílico es arcilloso color pardo fuerte a pardo rojizo, con saturación de bases decreciente conforme aumenta la profundidad, bajo contenido de calcio, magnesio y potasio. Su capacidad de intercambio catiónico es moderada a baja, son fuertemente ácidos, pH hasta 4.5, e infértiles.

Por su hidrología el municipio pertenece a la vertiente del Golfo de México, es parte de la región hidrológica 28 (RH 28 "Papaploapan"), Cuenca Río Jamapa y otros. Se localiza en zonas de mayor potencial acuífero, debido a la predominancia de unidades geohidrológicas formadas por materiales granulares de permeabilidad media y alta.

Además tiene corrientes de disposición radial y paralela controlada por elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Forma parte del distrito de riego 35 (DR 35 "La Antigua y Actopan") y sus escurrimientos están entre 500 y 1000 mm.

Respecto a su hidrología subterránea es de permeabilidad media en materiales consolidados, los acuíferos de la zona se consideran como subexplotados. Pertenece a la región geohidrológica de material granular con posibilidades medias, constituida por depósitos aluviales consistentes en arenas y material arcilloso-arenoso del cuaternario, de gastos moderados.

En la RH 28 y la RH29 se considera están la mayoría de los 1250 pozos que existen en el estado de Veracruz, tienen acuíferos de importancia, por su espesor y extensión, con una recarga suficiente, aún cuando ésta no ha sido cuantificada en su

totalidad. Los mantos freáticos están a poca profundidad y la extracción anual que se realiza es de $12 \times 10^6 \text{ m}^3$.

En el sitio seleccionado para la disposición final de los RSM el nivel freático deberá estar a más de 10 m de profundidad, así se evita la contaminación de las aguas subterráneas. Respecto a la recarga de acuíferos deberá estar a 1 km aguas arriba de la recarga, fuera de zonas montañosas, cubiertas por vegetación y además ubicarse a una distancia mayor de 1 km de cuerpos de agua como ríos y sus afluentes, ya sea directos o indirectos o permanente e intermitentes.

La zona tiene una precipitación alta, la isoyeta media anual es de 1200 mm, se registra una precipitación media anual de 1119.93 mm, y un escurrimiento entre 5 y 10 %, con permeabilidad baja. En cuanto a hidrología subterránea, la zona es de permeabilidad baja con material consolidado y no consolidado y los mantos freáticos se localizan a poca profundidad, entre 4 y 8 m aproximadamente.

La relación entre tipo de suelo localizado en el área, permeabilidad, tipo de material de cubierta y la calificación de aptitud para sitio de relleno sanitario se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Calificación del sitio para el relleno sanitario según condiciones edafológicas

TIPO DE SUELO	MATERIAL DE CUBIERTA	PERMEABILIDAD	CALIFICACION
Vertisol pélico	bueno	impermeable	apto
Feozem haplico	malo	permeable	no apto
Regosol eútrico	malo	muy permeable	no apto
Luvisol órtico	bueno	poco permeable	apto con medidas de seguridad
Litosol	malo	permeable	no apto

La zona noroeste no se considera apta para la ubicación del relleno sanitario, ya que se encuentran ocupadas por cultivos de cacahuate, mango y café, además de tener asentamientos humanos. Por lo que se recomienda analizar las áreas localizadas al noreste del municipio, las cuáles tienen menor densidad de población y de cultivos.

10.5. El Trabajo Educativo y la Participación Comunitaria

Las acciones desarrolladas para cubrir el aspecto educativo son incluidas en los siguientes apartados. Se presentan la forma en como fueron diseñados los talleres, el planteamiento metodológico, la selección de los grupos participantes en los talleres, la descripción de las actividades realizadas y una evaluación sobre la participación de la comunidad.

10.5.1. Diseño de los talleres

La problemática ambiental en la escuela está cada vez más presente, pero la manera en como se manifiesta tiene que ver con las estructuras propias de la institución escolar. La escuela, como institución, debe reconocer la relevancia de la educación ambiental, pues de otra forma el trabajo que se haga al respecto será aislado y periférico.

Desde una concepción clásica en el curriculum escolar debe darse una relación activa entre sociedad e institución educativa, así la escuela tiene la función formadora de personas, es el instrumento privilegiado de la reforma social y avance hacia una sociedad mejor.

Puede deducirse, de la concepción clásica, que el posible abordaje de los problemas ambientales sería como sigue: consultar fuentes de objetivos para el caso de la problemática ambiental, analizar los intereses y necesidades de los alumnos en torno al ambiente, estudiar los intereses de los alumnos por mejorar su medio y las maneras en que se sienten motivados a ello, verificar las necesidades de la vida contemporánea en torno a lo ambiental y consultar a especialistas en diferentes áreas para que de su punto de vista sobre como enfocar la problemática ambiental.

Si bien es cierto que la educación formal desarrolla mecanismos pedagógico-didácticos específicos, con una serie de conocimientos previamente diseñados y organizados por expertos, con métodos de trabajo tradicionales; en esta propuesta se organizaron las actividades educativas como un proceso continuo y sistemático, que implica momentos de reflexión y estudio sobre la práctica del grupo a educar, con elementos de interpretación e información que permita llevar dicha práctica a nuevos niveles de comprensión.

Considerando el planteamiento anterior se parte de la propia realidad ambiental, desde el contexto local o comunitario; como fuente de conocimientos, recorriendo el camino entre la práctica y la comprensión sistemática, histórica y científica, para regresar de nuevo a la práctica cotidiana, así los conocimientos producidos sobre otras prácticas, los eventos formativos, los materiales de apoyo y el intercambio de experiencias adquieren su justa dimensión. Se planearon así los talleres, con una metodología educativa que articula los objetivos a lograr, los métodos o procedimientos utilizados para ello y las técnicas o instrumentos aplicados según el marco de referencia que dió origen a los objetivos buscados.

Los formatos del Diseño del Taller se encuentran en el Apéndice 3. En ellos se plantean los objetivos, temas, tiempos y el diseño específico de cada sesión. El taller fue dividido en tres sesiones, abordando en cada caso: la problemática de la basura en el municipio de Jalcomulco, el manejo de los desechos transformables y recuperables y las alternativas como el reciclaje y el composteo.

Con la intención de que el taller fuera reproducible, por grupos de personas, como un evento dentro del proceso educativo de la comunidad y con la idea de despertar el interés de los maestros por adquirir una capacitación académica adecuada que les permita dar una formación ambiental a los alumnos, e impulsar y dirigir la capacidad creativa de los habitantes para mejorar su actitud ecológica se anexó información, en forma resumida, que les permitiera manejar contenidos. Además para respaldar el trabajo de difusión en la comunidad se elaboraron tres folletos que apoyan específicamente cada sesión del taller (Apéndice 3). Los folletos son: "Que hacer para no hacer basura", "Como hacer una composta" y "No tiremos los desechos a la basura, mejor hagamos un centro de acopio".

10.5.2. Elección de los grupos meta

Se entiende como grupo a una categoría social, un conjunto de personas que reconocen una identidad común, que comparten un sentimiento de "nosotros", de pertenencia e interactúan conforme esta, en un trato que aunque no regular ni frecuente si tiene efectos de largo alcance. Grupo es la entidad social donde se hace evidente la interacción de dos o más personas que comparten normas, creencias y valores con respecto a ciertas cosas y cuyos roles sociales están estrechamente vinculados, con la finalidad de lograr propósitos, objetivos y metas comunes (Hodgetts y Altman, 1987).

Los grupos son susceptibles de tipificarse de diversas formas: por el número de miembros pueden ser grandes o pequeños; por el grado de formalidad, formales e informales; rígidos y flexibles por la manera de aplicar las normas; por su duración, transitorios o permanentes; homogéneos o heterogéneos por su composición, etc. Hodgetts y Altman (1987) los clasifican en funcionales, si son grupos organizacionales formales, las interacciones, interdependencias y los niveles de desempeño están dados por la organización misma; de trabajo o proyecto, grupos formales que se crean para lograr un objetivo particular y se disuelven cuando éste se alcanza y de interés y amistad, cuando son grupos informales que se constituyen en función de gustos, preferencias o actividades comunes.

Retomando estas consideraciones se optó por seleccionar grupos funcionales formales, como los maestros y ejidatarios; grupos de trabajo formales, como la organización religiosa "Acción Juvenil" y grupos de interés y amistad, como la Liga de Fútbol de Salón y los grupos de amas de casa. El factor de integración fue el Programa "Por un Jalcomulco Limpio".

10.5.3. Actividades realizadas

Se decidió iniciar las actividades con los maestros, tomando en cuenta la dinámica del calendario escolar y la posibilidad de incidir, a través de ellos, en la formación ambiental de los alumnos.

Considerando que los grupos religiosos y deportivos no tienen una dinámica regulada por tiempos institucionales y que además demostraban disponibilidad para el proyecto, también fueron incluidos en la primera etapa. La incorporación de amas de casa y ejidatarios se dejó para la segunda fase.

Se aplicaron talleres con los maestros de la comunidad, los que imparten clases en las escuelas primaria, secundaria y el jardín de niños, asistieron un promedio de 15 maestros por sesión. Las actividades incluyeron la construcción de composteras para las mencionadas escuelas. Se espera que los niños vean el proceso de transformación del material orgánico en composta. Además se desarrollaron talleres con los jóvenes de los grupos organizados.

Como lo marca el formato, durante la sesión se distribuyen una serie de folletos informativos, se anexa el de composta, para fortalecer el trabajo de las personas durante el taller.

Se hizo contacto con los distintos sectores de la comunidad, entre los que se encuentran jóvenes agrupados en organizaciones religiosas (ACCION JUVENIL) y deportivas (LIGA LOCAL DE FUTBOL DE SALON), quienes junto con el H. Ayuntamiento y personal de Expediciones México Verde, participaron en la planeación y realización del Primer Festival del Ambiente el cual incluyó las actividades siguientes:

1. Juegos:
Juego de la Oca
Carrera de Relevos
Separa y Gana
2. Elaboración de juguetes, utensilios, etc con:
Cartón
Latas
Tela
Madera
3. Concurso de Pintura.
4. Exposición de los carteles: "La basura en Jalcomulco" y "Como separar la basura"
5. Distribución de folletos.
6. Entrega de Premios y constancias a los participantes.

10.5.4. Los talleres y la participación comunitaria

La comunidad, en lo general, estuvo receptiva a las actividades emprendidas, pero no fue posible pasar del nivel de difusión al de generación de acciones concretas. En el desarrollo de esta fase del proyecto se logró detectar un conflicto de participación ligado a determinantes de índole institucional, cultural y política.

La mayoría de los maestros de las escuelas no viven en Jalcomulco, se desplazan de lugares cercanos, principalmente de Coatepec y Xalapa, esto hace que su participación esté limitada al horario y calendario escolar, no establecen acciones más allá de éste. Los docentes, a pesar de ser profesionistas, carecen de conciencia ambiental y se preocupan por terminar cuanto antes sus cursos, prestan poca atención a la formación real del educando y no dedican tiempo para asesorar, promover o organizar eventos.

Algunos profesores creen que es un evento político que beneficiará a otros profesores, en su lucha por ocupar cargos. La invitación a participar en los talleres se hizo a través del Presidente Municipal y de la Dirección General de Educación Popular del Estado de Veracruz, dadas las características del personal docente, los talleres se realizaron dentro del horario escolar, propiciando conflictos intraescolares, pues se invadieron tiempos y espacios destinados a otras actividades.

Respecto a los grupos religiosos y deportivos, se notó una participación entusiasta en las actividades de los talleres, de difusión y organización del festival, sin embargo, el inicio del proceso electoral para la renovación del Ayuntamiento trajo un nuevo clima social, un nuevo proyecto y la ruptura de relaciones grupales establecidas.

Los grupos perdieron cohesión dada la polarización electoral del municipio que establece dos preferencias políticas, el Partido Revolucionario Institucional (PRI) y el Partido de la Revolución Democrática (PRD). Las acciones dirigidas al programa "Por un Jalcomulco Limpio" se vieron disminuidas, pues fue considerado como un proyecto político del Ayuntamiento saliente (1992-1994) que había sido electo bajo el registro del PRD, esto puede afirmarse pues algunas prácticas religiosas y deportivas continuaban desarrollándose.

La comunidad de Jalcomulco está conformada, en su mayoría, por ejidatarios que dedican gran parte del día a trabajos de siembra, limpia, abono y cosecha de sus cultivos, salen temprano a sus parcelas y regresan al atardecer, los jóvenes se integran a las actividades de la Liga de Fútbol y los adultos realizan labores domésticas, como por ejemplo, arreglo del cercado de la casa, limpieza del patio dedicado al jardín, también acostumbran a platicar con sus vecinos en el parque o sentados en las esquinas de las calles, lo anterior se realiza una vez que resolvieron sus necesidades personales, tales como aseo y alimentación.

Puede decirse, en términos generales, que la mayoría de los ejidatarios son miembros o simpatizantes del PRD. Las reuniones ejidales, en tiempos electorales, se

transforman en reuniones para tratar asuntos relacionados con el proceso electoral, ya que la asamblea ejidal es el espacio mas importante de participación comunitaria, en ella se trata todo lo relacionado con el interés colectivo de la comunidad, y para ellos el cambio de administración municipal es un asunto de la comunidad. Es en este espacio donde el partido político se convierte en simple instrumento legal para llegar al gobierno municipal. Por ello los representantes formales del partido acuden a la asamblea, la cual se realiza en la Casa del Campesino. La Casa del Campesino simboliza el espacio organizativo mas importante de la comunidad, las asambleas que se realizan ahí dan o quitan legitimidad a las acciones colectivas del pueblo.

Cuando inicio el proceso de selección de sus candidatos al gobierno municipal, los miembros de la comunidad; mujeres y hombres, tienen su atención dirigida a ello, las relaciones políticas, incluidas las familiares, se polarizan, pareciera que todas las acciones colectivas de la comunidad se detienen para dar sólo atención al proceso electoral; para quienes somos agentes externos, en mi caso promotora, se observa que la vida cotidiana continua normalmente pero, al tratar con los grupos organizados, esta apreciación cambia por que el interés de los grupos activos es el electoral. Lo electoral "cruza" las principales acciones colectivas.

El proceso electoral continuo con las campañas electorales, el proyecto de interés que tenían los grupos cambió. Se polarizó la población, los tiempos y espacios disponibles de jóvenes, amas de casa, jefes de familia fueron dedicados a esta actividad, es decir, los grupos constituidos fueron parcialmente sustituidos por otros con una tarea distinta y con un objetivo más importante, a más a corto plazo, que va definir su futuro, ya que en la elección se juegan su "proyecto" de municipio.

Algunos hechos registrados nos permiten documentar cuestiones sobre participación, por ejemplo Sauri *et al* (1990) no realizaron labor educativa, sin embargo, al desarrollar las actividades programadas en su trabajo sobre generación de desechos sólidos domiciliarios, se vieron en la necesidad de cambiar una población seleccionada pues durante el muestreo detectaron poca colaboración de los habitantes. Amador (1996) plantea la experiencia de reciclamiento de basura en Río Blanco, Ver., allí se inició con la recuperación de reciclables (metal, aluminio, papel bond, plástico y bolsas) por parte de las escuelas del lugar y aunque el programa tuvo logros educativos, en la concientización y en la participación, no fue rentable económicamente. Se redujo en tres o cuatro toneladas la basura producida, aun cuando las escuelas con mayor alumnado se negaron a participar. Encontraron respuesta favorable por parte de las empresas y recomiendan iniciar los programas con sólo plástico y papel.

10.6. Estudio de mercado de los residuos sólidos en Jalcomulco, Veracruz

Los centros de acopio canalizan el inicio del proceso de reciclamiento de residuos sólidos, ya que son el enlace con la industria recicladora, es importante elaborarlo para evaluar la viabilidad económica del centro. A continuación se describen los resultados de tal estudio.

10.6.1. Importancia del estudio de mercado

Los centros de acopio de residuos sólidos representan una de las alternativas más viables en términos económicos; ya que su implementación no requiere de erogaciones económicas altas y, en los requerimientos culturales sólo se necesita un mínimo de capacitación para la comunidad y para los operadores del centro de acopio.

Con esta acción se pueden disminuir los efectos contaminantes generados por manejo y disposición final de la basura ya que a través de los centros de acopio se canaliza el inicio del proceso de reciclamiento de residuos sólidos.

Por este proceso se obtienen grandes ventajas que son de tipo ecológico y económico. Un ejemplo de esto lo podemos ver en la tabla 11, al reciclar los envases de aluminio así como papel y cartón.

De lo anterior se desprende la gran importancia de realizar un estudio de mercado de los residuos sólidos de origen doméstico.

El mecanismo de reciclamiento de residuos consiste en establecer un centro de acopio de los residuos en donde estos se reciben limpios y tratados de forma tal que ocupen el menor espacio (comprimidos, quebrados etc.), donde se almacenarán hasta obtener un volumen suficiente para ser vendido a la empresa que los reutilizará como materia prima para elaborar otros productos (latas de aluminio, papel, cartón, empaques, etc.).

Respecto a la capacidad de demanda para los residuos es ilimitada, toda vez que las industrias que reusan los residuos sólidos abarcan una gran variedad de productos y son cientos de empresas, así como también depende esta demanda del ahorro tan grande por usar residuos sólidos los cuales son muy económicos como materia prima, por lo que se puede inferir que es impostergable masificar el establecimiento de centros de acopio en todo el país.

Tabla 11. Comparación de materia prima y reciclada necesarias para producir una tonelada de aluminio y de papel y cartón.

MATERIA PRIMA	MATERIA RECICLADA
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">4 ton de bauxita</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">2 Ton. barros rojos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">2 ton de óxido de aluminio o alúmina</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">16 000 kw h⁻¹ energía eléctrica</div> </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">1.1 ton de aluminio de deshecho</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">2000 kw h⁻¹ energía eléctrica</div> </div>
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">10 árboles o 2.5 ton de madera</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">450 000 litros de agua</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">11 670 kw h⁻¹</div> </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">1 ton de papel y cartón</div> </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">135 000 litros de agua</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">7000 kw h⁻¹</div> </div>

Fuente: Deffis (1991)

10.6.2. Objetivos del estudio de mercado

- a) Describir las características del producto.
- b) Determinar la oferta y la demanda de los residuos sólidos en la región de Jalcomulco.

10.6.3. Definición del producto

Los desechos sólidos se caracterizan por ser materiales que han perdido valor o utilidad para sus propietarios y se convierten en un estorbo. Son clasificados de acuerdo al origen de su generación en: domiciliarios, comerciales, industriales y de servicios. Estos desechos tienen un valor para las industrias que necesitan materia prima para elaborar sus productos ya que los residuos sólidos constituyen un ahorro en su economía al tener un menor costo de adquisición y de procesamiento.

Existen razones fundamentales para considerar el reciclamiento como una opción al problema de los basureros, entre ellas están: el efecto contaminante de los residuos cuando solo se tiran y de los residuos sólidos se obtienen materias

primas para reciclaje industrial que evitan seguir agotando los recursos naturales y además ahorran agua y energía en los procesos de fabricación.

Las materias principales que se recuperan de los desechos sólidos son papel, plástico, vidrio, metal y materia orgánica. El papel, como se sabe, en su gran mayoría proviene de los árboles, y el 20% del total de la basura es papel que puede reciclarse hasta 10 veces. Casi el 100% de los residuos sólidos plásticos son reciclables, pues son tipo termoplástico; además son materiales combustibles de un alto valor energético, su composición aproximada es de 62% poliestireno, 25% de policloruro de vinilo y 20% de poliestireno. Dadas las características de termoplásticos permiten fundirlos nuevamente, reutilizarlos como materia prima para fabricar nuevos productos (Ramos López, 1991).

El vidrio contenido en la basura representa, aproximadamente, el 5 % del total y para producir una tonelada de vidrio se requieren 600 kg de Arena Silica, 200 kg de Cloruro de Potasio, 200 kg de Caliza, 70 kg de Feldespato y 4 500 kw h⁻¹ de energía, y en su fabricación se generan 200 kg de desechos, producto de la extracción, y 15 kg de partículas y contaminantes en el aire. El reciclaje del vidrio evita los gastos para la obtención de los componentes y ahorra un 40% de energía (Quimby, 1985).

Las ventajas del reciclado del vidrio son numerosas. Por un lado, el empleo del vidrio usado reduce considerablemente la energía necesaria para su fabricación, el promedio de ahorro en los hornos de fusión es de 130 kg. de fuel oil por Tm de vidrio reciclado. Por otro lado, se disminuye el volumen de los residuos sólidos. Por cada tonelada de casco reciclado se reducen 1.000 kg de basuras. Se reduce la erosión producida en la búsqueda y extracción de materias primas, así como hace disminuir la dependencia del petróleo.

Por cada tonelada de vidrio reciclado, se genera un ahorro de 1 200 Kg. de materias primas TEP (toneladas equivalentes de petróleo). Otra ventaja difícil de cuantificar pero no por ello menos importante es la mejora medioambiental que supone el poder reciclar envases que muchas veces, son tirados a cunetas o descampados sin ninguna consideración. En cuanto al proceso de reciclado de vidrio cabe comentar que no existe diversidad tecnológica para su tratamiento. Esencialmente dicho proceso consiste en separar los elementos extraños que suelen acompañar al vidrio (papel, plásticos, corchos, piedras, metales, porcelana, etc). La separación se realiza manualmente y/o con equipos especiales: imanes fijos para el hierro, ciclones para papeles y plásticos detector de metales no férricos por impulsos mecánicos captadores de cerámicas y piedras (Sistema Trioptic). En la actualidad, ya se está operando con equipo láser para separar todas las impurezas. Además de la extracción de elementos extraños, el vidrio es inicialmente triturado, lavado y posteriormente cribado (Lund, 1971).

En el caso del aluminio y el acero es similar y reciclándolos se reduce en un 95% el gasto de energía y de desechos contaminantes. Además en México no

existen yacimientos de bauxita, por lo cual toda producción de aluminio de primera fusión se fabrica a partir de importaciones de bauxita. Las importaciones de aluminio que se realizan incluyen tanto lingotes de primera fusión, productos semielaborados y terminados, representaron en 1991 aproximadamente el 37 % del consumo nacional aparente del aluminio; mientras que la producción de aluminio mexicano únicamente representó el 21 % sin incluir el reciclado, el cuál fue equivalente al 26 % (Moreno y Christlieb, 1993).

Productos sustitutos.

En lo que se refiere este apartado existen para cada tipo de residuo un producto sustituto que es la materia prima original pero la cual tiene un precio de mercado, en muchas ocasiones, por arriba de diez veces del valor de la materia prima reciclada y un costo energético de producción en un 80 % menor que el usado para la materia prima original como se señaló en los dos productos anteriores. Sin embargo para cumplir con los requerimientos de la planta productiva instalada es necesario tomar en cuenta las recomendaciones de la tabla 12.

Tabla 12. Condiciones de entrega de los subproductos reciclables.

SUBPRODUCTOS	CLASIFICACION PARA COMERCIALIZACION	CONDICIONES DE ENTREGA A LA INDUSTRIA
Plásticos película y rígido	Sin impresión Con impresión	Limpio Rechazo de celofán Que no contenga más de tres tintas
Cartón	Kraft liso Kraft corrugado	Limpio Poco contenido de humedad Sin grasa Sin grapas
Papel	Papel bond Periódico Revistas Folletos	Limpio Sin plástico Sin grapas Seco
Vidrio	Ámbar Esmeralda Georgia Traslúcido	Color Limpio Sin partículas metálicas Evitar frascos retornables
Lata	Ferrosa Aluminio	Limpia Compactada

Fuente : Tchobanoglous *et al* (1977); Estrada Y Gutiérrez (1992) e Investigación Directa

Uno de los subproductos que mayores ventajas ofrece al proceso de manufacturas alternas son los plásticos. Pueden ser manejados según la siguiente clasificación: plásticos seleccionados de la misma especie y mezclas de plásticos (EPA, 1994).

Una vez seleccionado, pasa por una serie de etapas para su reutilización y la sustitución de bienes se puede realizar mediante cuatro modalidades:

- a) Equipo especializado: mezclas de plástico
- b) Modificación química: agregar materiales de refuerzo para mejorar características mecánicas
- c) Uso de desechos plásticos por coextrusión
- d) Uso como asfalto

La gama de bienes que se pueden generar en función del proceso y su calidad de separación son los siguientes: tubos, contenedores de grandes dimensiones, partes para autos y fantasmas, en el caso de residuos plásticos clasificados; y estacas, alcantarillas, rejillas, postes, durmientes, pavimento, en el caso de los residuos plásticos mixtos (Estrada y Gutiérrez, 1992).

10.6.4. La demanda regional de los residuos sólidos

En la región de Jalcomulco hay un gran efecto económico por la ciudad de Xalapa, que es una localidad más grande y que cuenta con más servicios dentro de los cuales existen negocios dedicados a comprar residuos domésticos y semindustriales, los cuales son canalizados a otros negocios o directamente a las empresas o industrias que los utilizan como materia prima para elaborar sus productos .

Existen cientos de empresas a nivel nacional que utilizan residuos sólidos como materia prima por ser económicamente más bajos y más rentables. Así la demanda local depende de la capacidad instalada de los negocios dedicados a este ramo comercial.

Hay en Xalapa alrededor de diez centros de compraventa de residuos sólidos con distinto giro comercial y con capacidad de compra mayor de una tonelada en productos metálicos. A continuación se presenta la tabla 13 que especifica la ubicación, tipo de residuos que comercializa, precio de compra y capacidad de compra de algunos de estos centros.

En México, como en otros países, se lleva a cabo el reciclado de materiales como: las latas de aluminio, el vidrio, el papel, el plástico y el acero. Según datos de Packaging (1988) en los Estados Unidos la industria que está haciendo mejor trabajo de reciclado es la del aluminio, con un 42.3%, es seguida por la del papel con 22.9%, la del vidrio representa un 16.0% y finalmente acero y plástico, con 8.9% y 7.9%, respectivamente.

Tabla 13. Centros de compraventa de residuos sólidos ubicados en la ciudad de Xalapa, Ver.

DIRECCION	TIPO DE RESIDUOS	PRECIO N \$ 1994	CAPACIDAD DE COMPRA
Calle Acosta s/n entre Revolución y Clavijero	cobre bronce aluminio chatarra cartón vidrio papel archivo	2.5 kg 1.5 kg 1.0 kg 0.15 kg 0.18 kg 0.10 botella de 1 l 0.10 kg	ilimitada
20 de Noviembre Ote. 2	cobre bronce radiografía	2.5 kg 2.0 kg 2.0 kg	ilimitada
Enrique C. Rebsamen 48	bronce aluminio chatarra cartón papel archivo botella botella de 1 l sidra	2.8 kg 1.2 kg 1.2 kg 0.12kg 0.10kg 0.5 c/u 0.20 kg 0.15 c/u	ilimitada
km 5 Carretera Antigua a Coatepec	plástico	0.40 kg	más de 500 kg
Atenas Veracruzana 209	cobre aluminio ventana aluminio aluminio auto bronce fierro cartón archivo muerto antimonio hueso cebo crudo o cocido plomo vidrio refresco botella de 1 l botella sidra baterías periódico	4.0 kg 2.0 kg 1.5 kg 1.0 kg 1.5 kg 2.0 kg 0.10 kg 0.20 kg 0.5 kg 0.15 kg 0.15 kg 1.0 kg 0.50 kg 0.50 kg 0.15 kg c/u 0.15 kg c/u 2.0 c/u 0.10 kg	según la demanda

Como la industria del aluminio es la mejor documentada se hará una descripción del mercado nacional de este producto para envases. Anteriormente se mencionó que México importa bauxita, pero también hay importaciones de lingotes del aluminio reciclados; sin embargo es de llamar la atención que el reciclado nacional es la fuente con mayor aportación de lingotes, siendo de un 38.8 %, y aunque esto ayuda a la economía nacional, existen aplicaciones potenciales sin explotar además de que el reciclado actual no ha sido explotado a su máximo nivel (González Guzmán, 1991).

El reciclado mexicano de aluminio es de ciclo abierto, es decir el producto reciclado no vuelve a ser un producto similar, y todos los productos de aluminio son reciclados en la misma mezcla, generando un producto sin una composición determinada, que solo sirve para productos de bajo valor agregado, como el *pewter*.

Uno de los segmentos beneficiados con el desarrollo del reciclado de aluminio es el de envases para bebidas, ya que éstos son fabricados con aluminio cuya aleación es muy especial no producida en México. El sector de bebidas se encuentra integrado por cinco sub-sectores: refrescos, cervezas, jugos y néctares, aguas envasadas y licores, de los cuáles las cervezas y los refrescos se encuentran envasados en latas de aluminio. El 35 % de los casi 6 000 millones de envases metálicos compuestos por envases de hojalata y aluminio se destinó al sector bebidas siendo el envase de aluminio el empleado para este fin, la demanda fue de aproximadamente 2100 millones, de los cuáles el 9.5 % fue consumido por los refrescos y el 90.5 % restante por las cervezas (Moreno y Christlieb, 1993).

Para el caso de los refrescos el tamaño del mercado de latas de aluminio fue de aproximadamente 200 millones de envases. Aunque existen en México casi 200 plantas embotelladoras, únicamente las compañías Coca Cola y Pepsi Cola enlatan refrescos, algunas plantas embotelladoras acuden a ellas para el envasado de sus refrescos en lata. La compañía Coca Cola tiene la intención de incrementar su consumo de latas de aluminio al grado de que este producto represente el 10% de sus ventas. El tamaño utilizado en México es estándar (2.06 x 2.11 x 4.13 pulgadas). El impacto del costo de las latas de aluminio sobre los refrescos se encuentra entre 60 y 65 %, además hay que considerar que este se incrementa en el caso de la lata importada ya que actualmente tiene un 20% de arancel (Moreno y Christlieb, 1993).

Por el lado de las cervezas, el mercado de las latas de aluminio, para 1991, se estimó en 1900 millones. En el país operan dos empresas cerveceras: Modelo y Cuauhtémoc-Moctezuma que totalizan 16 plantas y producen 25 distintas marcas de cervezas de las cuáles se enlatan tres. Cervecería Cuauhtémoc estimó que su consumo de latas ascendería a 1 200 millones, en 1992, e instaló una planta en Navojoa, Sonora. Con esta planta se incrementó más del 60 % el consumo de envases de este subsector, además tiene planes para comercializar en lata otras marcas de cerveza. El impacto del costo del envase de aluminio en el costo de la cerveza es entre 40 y 50% (Moreno y Christlieb, 1993).

En la Fig. 9 se ilustra la proyección de la demanda de latas de aluminio (1987-1997) con una tasa de crecimiento de 10.1%, para la proyección pesimista; 17.51% para la proyección optimista y 13.82%, en la proyección básica (Moreno y Christlieb, 1993).

La oferta nacional de latas de aluminio la cubren principalmente tres grupos: Zapata, Crown y FAMOSA, los que producen aproximadamente 2 130 millones de envases, destinándose para la exportación 91 millones.

Moreno y Christlieb (1993) realizaron un balance entre la oferta y la demanda donde muestran que el consumo nacional está totalmente cubierto por los productores nacionales, sin embargo algunos consumidores recurren a la importación de latas. Según los mismos autores no se debe perder de vista que este mercado es altamente sensible a las variaciones del ingreso *per capita* de la población por ser un producto considerado como no indispensable.

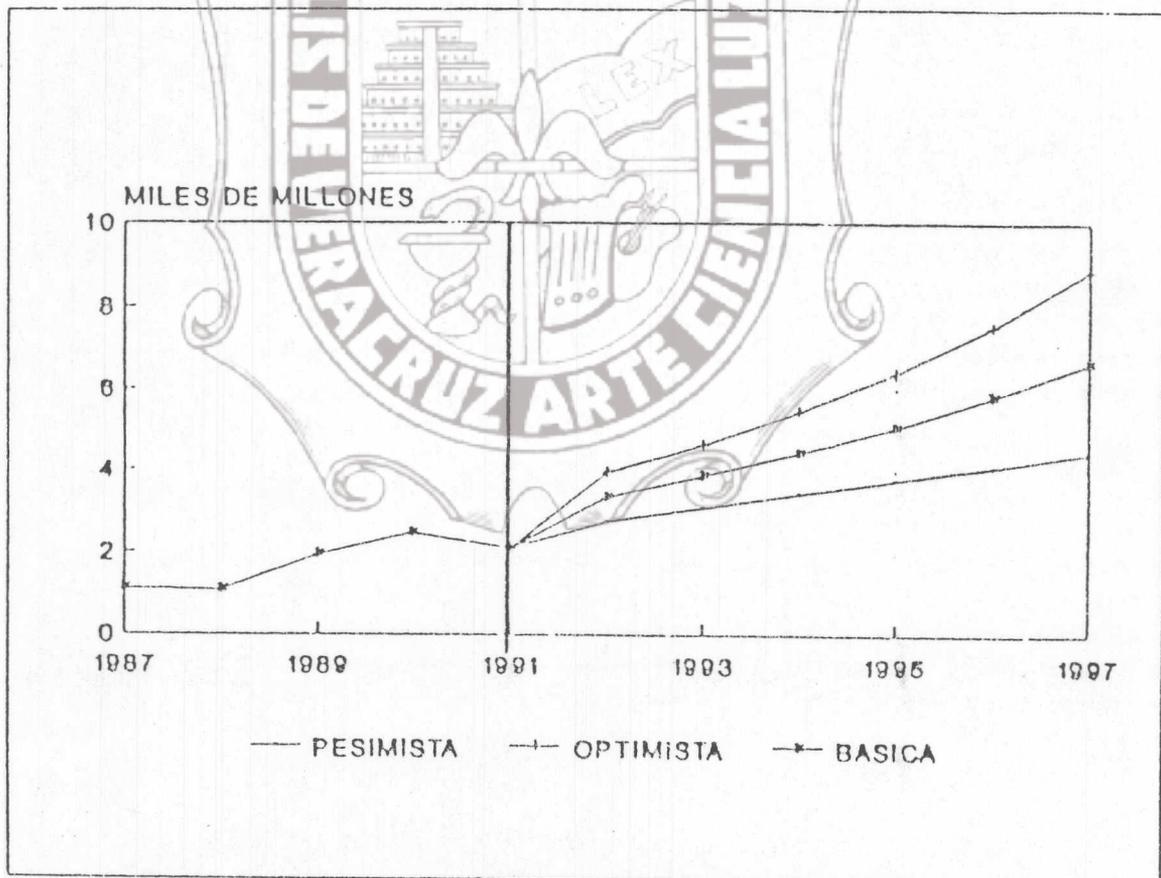


Fig. 9. Proyección de la demanda de latas de aluminio (1987-1997) tomado de Moreno y Christlieb (1993)

Distribución geográfica del mercado de consumo

El mercado de vidrio, metal, cartón, papel y plástico, esta diversificado particularmente hacia ciudades más grandes con industrias establecidas como son: Sílices de Veracruz, S. A. (SIVESA), en Orizaba, Ver.; Tubos y Aceros de México, S. A. (TAMSA) en Veracruz, Ver.; ATLAS, en Puebla, Pue.; y la Compañía Kimberly Clark en Orizaba, Ver.

Proyección de la demanda

La necesidad de productos derivados del aluminio, vidrio, cartón y plástico a nivel nacional tiende a crecer en base al producto interno bruto y crecimiento población como variables principales y como variables secundarias el incremento del uso de materia prima reciclada debido a su bajo costo de producción y a las políticas de tipo ecológicas que se generan cada día más y que se plasman en la Ley General de Equilibrio Ecológico lo que manifiesta un cambio de actitud de reciclamiento de materiales destinados al envase y embalaje de una gran diversidad de productos.

10.6.5. Análisis de la oferta

Los subproductos más representativos en porcentaje de componentes para la comunidad de Jalcomulco de residuos sólidos son los mencionados en la tabla 9.

Con una producción aproximada de 871 kg por día, para la comunidad de Jalcomulco, se genera una producción anual de 317.91 ton de residuos sólidos, de los cuáles un 65 % son residuos de jardín y alimenticios y no se comercializan, el 35% restante, es decir, 11 ton, aproximadamente, podrían ser comercializados, la proporción de los distintos subproducto en un año acumulará una cantidad suficiente para ser vendida a los centros de comercialización, algunos de los cuales ofrecen el servicio de recolección al domicilio del centro de acopio instalado.

Proyección de la oferta.

Se considera una tasa de crecimiento de población del 3.57 % para el poblado de Jalcomulco con un incremento en el nivel de consumo de productos industrializados por lo que, en términos globales, se espera un incremento del 1.5 % anual de la generación de residuos sólidos, es necesario señalar que la producción de residuos orgánicos de cocina se manejarán a través de composteras familiares y colectivas para la generación de abonos orgánicos disminuyendo con esto los gastos de camión de la basura por el municipio.

Volumen total de basura municipal

El volumen estimado de 1541 ton día⁻¹ para Jalcomulco, comprende exclusivamente a la basura de origen doméstico, con el propósito de considerar, además,

los residuos sólidos que se generan en los mercados, comercios, vías públicas, oficinas, restaurantes, etc., se tomó en cuenta un 20 % más de basura lo que hace un total de $1.849 \text{ ton día}^{-1}$, este dato se debe tomar exclusivamente como una referencia para el municipio; para la cabecera municipal se estima un volumen de $0.871 \text{ ton día}^{-1}$, más el 20% mencionado se estima un volumen total de $1.045 \text{ ton día}^{-1}$.

10.6.6. Análisis de precios

Precio de venta

Este lo establece la empresa que compra y es disminuido en cuanto más intermediarios tenga el producto, pues estos tienen que buscar su margen de utilidad correspondiente. En el presente estudio se concentran los precios de mercado para los distintos productos y se presentan en la tabla 12 de centros de comercialización. Algunos centros ofrecen el servicio gratuito de recolecta, sin embargo, otros suelen cobrarlo y lo descuentan del total de la venta, esto hace disminuir el precio del producto.

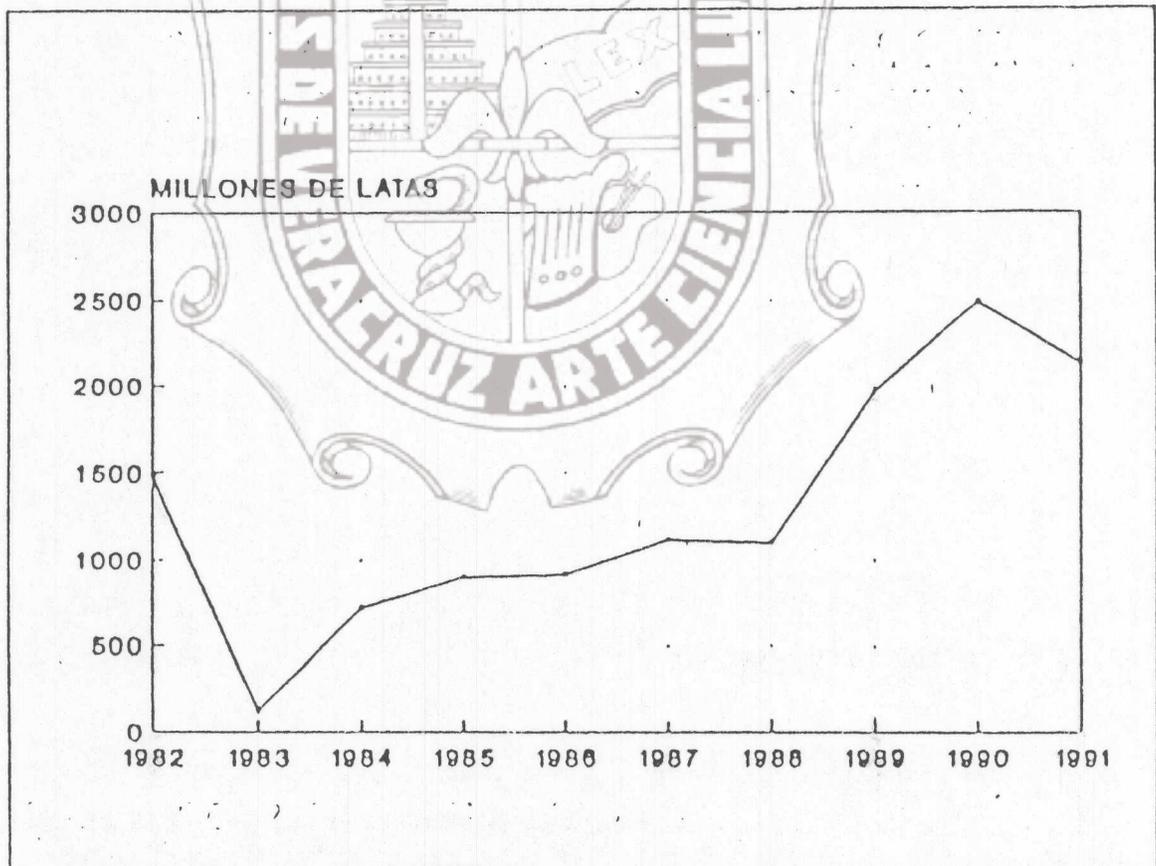


Fig. 10. Comportamiento histórico el consumo de latas de aluminio. Tomado de Instituto Mexicano del Aluminio, 1992

Determinación de precios promedio

El precio promedio será de utilidad para estimar el margen de rentabilidad del centro de acopio y negociarlo con la mejor oferta de precio de mercado al momento de la venta. El precio del mercado depende mucho de las fluctuaciones del mercado y de la economía del país, por ejemplo, en el caso del aluminio se encontró que este mercado es altamente sensible a las variaciones del ingreso *per capita* de la población por ser considerado como no indispensable y como se ilustra en la Fig. 10 en el período 82-83 le demanda cayó. Justo en los momentos en que la crisis económica se agudizaba en México. El mercado se recuperó entre 1989 y 1991, dándose en este período un gran crecimiento.

10.6.7. Canales de comercialización

La estructura de comercialización está constituida por el conjunto de relaciones de organización entre los diferentes niveles de selección de los residuos sólidos, los cuales comienzan generalmente por la llamada pepena antes de que pase el carro colector, una selección de los subproductos en el camión colector por los operadores, luego por los pepenadores en los basureros a cielo abierto, todos los anteriores lo comercializan a pequeños intermediarios y luego a los mayoristas los cuales lo suministran a las industrias respectivas (Fig. 11).

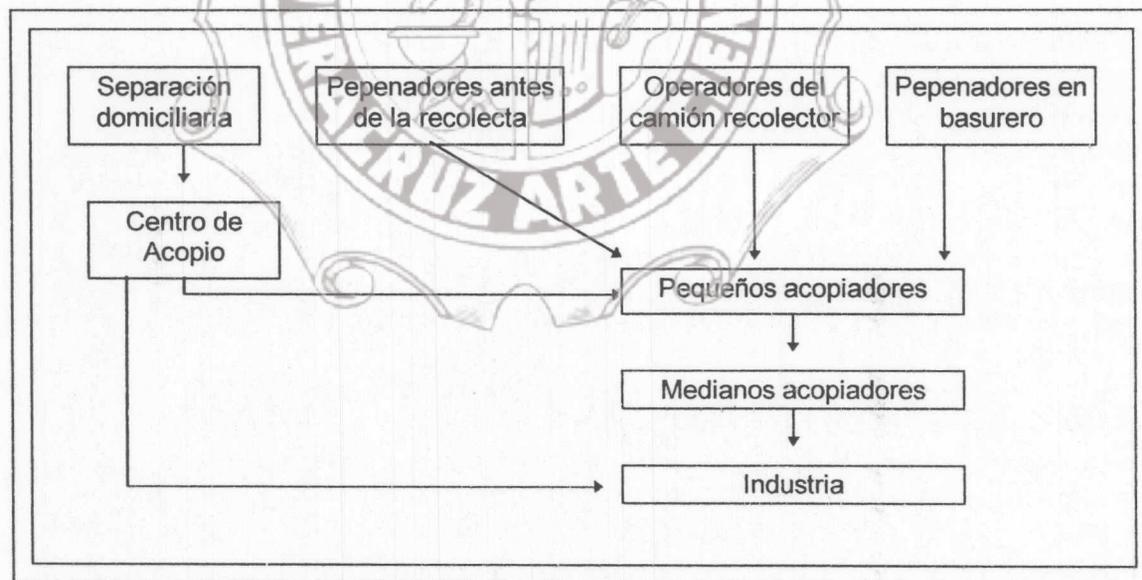


Fig. 11. Diagrama de los canales de comercialización

Desventajas de los canales empleados

El hecho de que no exista una cultura de respeto al ambiente donde todo mundo deshecha y tira los residuos revolviéndolos genera la denominada "basura", la cual es un material repugnante y que la población no quiere saber nada de él, ni de quienes se dedica a realizar el trabajo de selección en condiciones infrahumanas. Por lo que se requiere un proceso de reconceptualización ciudadana de los residuos sólidos como una serie de productos que generen un bienestar social y un ambiente y calidad de vida más sanos.

En el caso de Jalcomulco una cantidad de residuos alimenticios son usados para alimentar animales domésticos (pollos, cochinos, perros), y casi todos los materiales recuperables son mezclados transformándose en "basura", no existe pena en las esquinas, ni por parte de los operadores del camión ni tampoco se da en el basurero, por lo que se recomienda fomentar la separación casera de los subproductos y canalizarlos a través de un centro de acopio.

El precio tan bajo que dan al producto los pequeños acopiadores, hace sugerir que los subproductos se canalicen directamente a la industria, a través de la elaboración y firma de convenios específicos de compraventa, que incluyan el costo del traslado por parte de las industrias.

Recomendaciones Generales

1. Fomentar la separación casera de los residuos sólidos, pues genera un ambiente más sano.
2. Alentar la disminución de materiales recuperables que se depositan en el basurero, pues reduce los niveles de contaminación de los elementos naturales y el gasto público por parte del municipio para recoger y depositar los residuos.
3. Comercializar los residuos sólidos directamente con las industrias, pues sólo así se obtendrá un pequeño ingreso económico utilizable para beneficio social.
4. Establecer convenios de colaboración entre la industria y el centro de acopio que permita disminuir los costos del traslado de los subproductos y mantener los precios.
5. Involucrar al Ayuntamiento en la recolecta de los subproductos separados.
6. Crear una conciencia ciudadana de separación que reúna los subproductos según las condiciones requeridas por la industria, esto disminuirá los costos y aumentará los beneficios.
7. Impulsar la instalación de un centro de recolección regional, ya que los volúmenes generados por la cabecera municipal no son suficientes para sostener su recolecta en cortos períodos de tiempo, si se implementa un plan en la región los volúmenes aumentarían y serían más atractivos para las industrias.

10.7. Discusión general

Después de la realización del trabajo se puede establecer una discusión general, que ha sido ordenada siguiendo la estructura del estudio.

Se estima que, con una tasa intrínseca de crecimiento igual a 3.57%, la población municipal y la asentada en la cabecera del municipio de Jalcomulco duplicará su tamaño entre los años 2009 y 2010.

La generación media de residuos sólidos domésticos, determinada para la comunidad con la NOM-AA-61-1985: Determinación de la generación, es de $0.325 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$, valor cercano al reportado para la ciudad de Coatepec ($0.329 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$) pero menor a la media estatal veracruzana ($0.391 \text{ kg hab}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Se producen $1.541 \text{ ton día}^{-1}$ de residuos sólidos domésticos, al considerar el incremento de 20% de mercados, comercio, vía pública y restaurantes, la producción diaria municipal es de 1.849 ton , con un peso volumétrico de 160 kg m^{-3} y un factor de compactación promedio de 0.3 ton m^{-3} , es necesaria una capacidad recolectora mínima diaria de 6.16 m^3 , equivalentes a 0.88 camiones de volteo de 7 m^3 de capacidad.

En la práctica se recogen ocho toneladas semanales de residuos sólidos, para las que se necesita una capacidad recolectora mínima diaria de 3.57 m^3 , equivalente a 0.51 camiones de volteo.

La producción municipal anual estimada de residuos sólidos domésticos, para 1994, es de 563 ton , las cuáles analizadas con un alcance de densidad de 0.6 ton m^{-3} ocupan un volumen de $938 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$, para el año 2010 el volumen acumulado estimado será de $24\,548 \text{ m}^3$ y en el año 2015 alcanzará un volumen de 36823 m^3 .

Para la cabecera municipal, el poblado de Jalcomulco, la producción anual estimada de residuos sólidos domésticos en 1991 es de 318 ton , equivalentes en volumen a 530 m^3 . Se estiman volúmenes de $13\,295 \text{ m}^3$ y $20\,871 \text{ m}^3$, para los años 2010 y 2015, respectivamente.

El peso volumétrico, determinado con la NOM-AA-19-1985: Peso volumétrico *in situ*, es de 160 kg m^{-3} , debido a que el mayor componente es el de los residuos alimenticios.

Los subproductos con mayor porcentaje son los residuos de alimentos (44.65%), residuos de jardinería (20.72%), papel (8.10 %), plástico rígido y de película (7.01%) y vidrio (6.14%).

La caracterización de los residuos es importante para pensar en la instauración de algún método de tratamiento, así los 871 kg día⁻¹, generados en la cabecera municipal, producen 26.13 ton mensuales, al considerar la composición porcentual se tienen 11.72 ton mensuales de residuos alimenticios, 5.42 ton mensuales de residuos de jardín, 2.12 ton mensuales de papel, 1.86 ton mensuales de plástico y 1.61 ton mensuales de vidrio.

El Departamento de Limpia Pública no tiene reglamento, solo disposiciones generales, cuenta con solo un camión recolector, que no se dedica exclusivamente a la recolecta de residuos sólidos. El servicio de recolección incluye residuos sólidos domésticos y no domésticos, es gratuito y no cuenta con instalaciones propias.

El almacenamiento domiciliario de los residuos se realiza en materiales diversos, principalmente costales y cubetas, aunque también has disposición en patios traseros, lotes baldíos, depresiones del terreno y a orillas del río.

El método de recolección es el de esquina y parada fija, prestándose el servicio dos días a la semana, con dos rutas regulares, se establecen más vueltas si el camión se llena, esto sucede en la época de cosecha.

El personal encargado de recolectar los residuos sólidos se compone de un chofer y dos auxiliares, no se realiza pepena en el proceso y se depositan los residuos en el basurero colocado a 2 km del poblado de Jalcomulco, sobre la carretera Jalcomulco-Apazapan, en una pendiente de terreno pronunciada y a 100 m del río Los Pescados, aproximadamente.

En general se aprecia la falta de infraestructura adecuada para prestar el servicio de limpia pública en forma eficaz y con calidad.

Se recomienda mover el tiradero a cielo abierto a un nuevo sitio, en donde podría instalarse un relleno sanitario rústico que cumpla con las condiciones requeridas en el proyecto de Norma Oficial NOM-083-ECOL.-1984.

De la descripción de las zonas analizadas, noroeste y noreste, se recomienda el área ubicada hacia el noreste del municipio, ya que tiene una menor densidad de ríos y arroyos, con suelos poco permeables, son zonas poco pobladas, y hacia donde no está previsto el crecimiento dela población; además no son áreas de cultivo y sus niveles freáticos no son poco profundos.

Una alternativa inmediata es la de trasladar los residuos sólidos al relleno sanitario, programado para la región de Coatepec, aunque esto incrementaría los costos del servicio de limpia pública, y obligaría a implementar un programa de disminución de residuos sólidos para abatir el volumen que eventualmente se depositaría.

Los talleres de integraron con una variedad y equilibrio en las técnicas dinámicas grupales y pedagógicas. De esta forma hubo panel, exposiciones, momentos de discusión grupal, plenarias, sociodramas, dinámicas para conocernos, para repasar temas y para poner en práctica la separación de residuos.

A través de los talleres se logro determinar que los habitantes de Jalcomulco desarrollan formas de tratamiento de sus residuos, hacen compostas en patios traseros, dándole algunos residuos a sus animales domésticos, las latas grandes son aprovechadas para sembrar macetas o para guardar enseres domésticos, las de menor tamaño son arrojadas a la basura. Sin embargo, aunque existen algunas reutilizaciones de los residuos hay una carencia de procesos de aprovechamiento.

La participación de maestros, jóvenes y niños se dió en forma entusiasta, sin embargo solo se llegó al nivel de difusión y al desarrollo de acciones individuales y no fue posible establecer acciones colectivas.

El grupo de maestros de la cabecera municipal fue un grupo meta adecuado para iniciar las actividades de educación ambiental, pero no fue el idóneo para implementar acciones. Los grupos de jóvenes si representan un grupo adecuado para el trabajo de promoción ambiental, sin embargo debe de fomentarse que tomen el proyecto como algo propio para que sus acciones no estén sujetas a la participación de los promotores o agentes externos.

Se recomienda modificar la estrategia de participación e iniciar el trabajo con niños y jóvenes, fuera de la estructura escolar, a través de los grupos ya establecidos, y con amas de casa agrupadas por calles cercanas.

Del análisis del mercado de los residuos sólidos se concluye que debe fomentarse la separación casera de los residuos sólidos, pues genera un ambiente más sano, debe alentarse la disminución de materiales recuperables que se depositan en el basurero, pues reduce los niveles de contaminación de los elementos naturales y el gasto público por parte del municipio para recoger y depositar los residuos.

Debido al bajo precio y a las fluctuaciones del mismo, los subproductos de los residuos sólidos deber ser comercializados directamente con las industrias, pues sólo así se obtendrá un pequeño ingreso económico utilizable para beneficio social., estableciendo un convenio de colaboración entre la industria y el centro de acopio que permita disminuir los costos del traslado de los subproductos y mantener los precios.

Para mejorar las acciones de recuperación debe involucrarse el Ayuntamiento en la recolecta de los subproductos separados, además en el aspecto educativo hay que anexar formas de separación en donde los subproductos reúnan las condiciones requeridas por la industria, esto disminuirá los costos y aumentará los beneficios.

Impulsar la instalación de un centro de recolección regional, ya que los volúmenes generados por la cabecera municipal no son suficientes para sostener su recolecta en cortos períodos de tiempo, si se implementa un plan en la región los volúmenes aumentarían y serían más atractivos para las industrias.

X. CONCLUSIONES

En el presente estudio se logró cumplir con el objetivo general de elaborar el diagnóstico sobre la situación actual de los residuos sólidos en el municipio de Jalcomulco, Ver., y de divulgar el conocimiento de técnicas para el uso, manejo y reciclaje de los residuos sólidos municipales.

Los objetivos específicos fueron alcanzados parcialmente, así se determinó la producción *per capita* de residuos sólidos municipales, la cantidad es inferior a la media de la entidad veracruzana y en su mayor parte está compuesta de materia orgánica.

El trabajo educativo consiguió sólo los niveles de sensibilización y reflexión, pero no fue posible trascender al nivel de concientización, de participación consistente y permanente, esto se debió a la dinámica social de la comunidad, misma que no fue detectada oportunamente. Los maestros, por ejemplo, mostraron poca disposición para desarrollar acciones, sin embargo participaron en los talleres, incorporaron contenidos útiles para sus cursos. La población se mostró receptiva y participó en forma entusiasta, en este punto deben buscarse mecanismos adecuados para lograr que se involucren en actividades ambientales de largo plazo en las que pueda apreciarse el cambio de conductas ambientales.

El diseño de los talleres, los trípticos y las notas de apoyo, elaborados para el proyecto, fueron un material didáctico adecuado y de gran utilidad para los maestros.

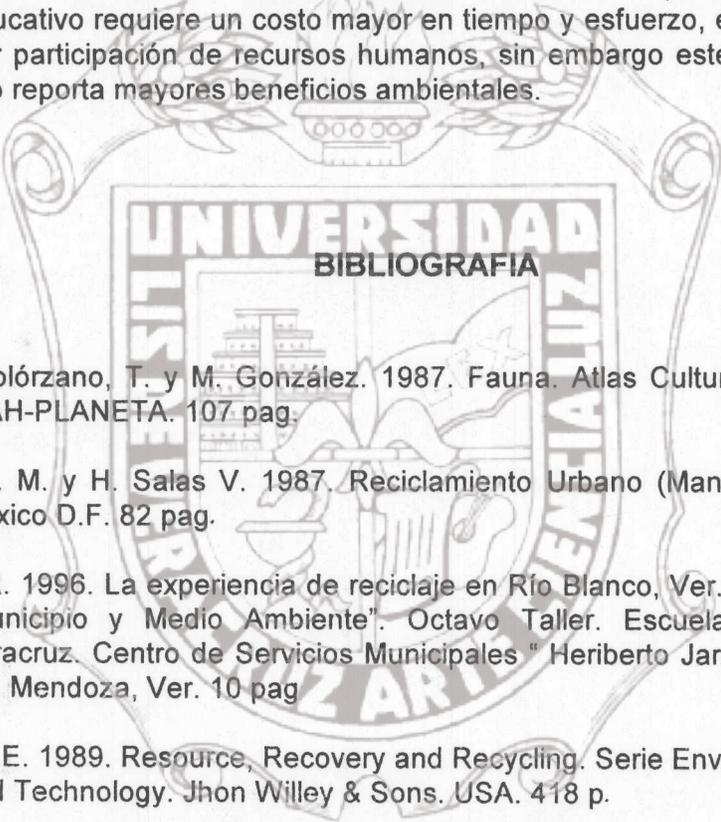
Para lograr el nivel de concientización se aconseja alargar el período de difusión y aplicación de talleres, diversificar los medios de divulgación, seleccionar otros grupos meta, e incorporar a las autoridades municipales en la parte operativa y no solo en el aspecto administrativo. En este contexto social y educativo la hipótesis de trabajo, que guió el presente estudio, podría ser demostrada.

Por el bajo precio de los subproductos y las fluctuaciones del mismo deben ser comercializados directamente a las industrias, pues solo así disminuyen los costos y se mantienen los precios. Además debe impulsarse una microempresa a

nivel regional pues los volúmenes generados en el municipio no son suficientes para sostenerla en cortos periodos de tiempo.

Se recomienda como sitio adecuado para el relleno sanitario la zona noreste, en donde se presente suelo del tipo vertisol pélico, además es necesario complementar el análisis cartográfico con un estudio de tipo geohidrológico.

Una última reflexión debe ser planteada, si bien un diseño técnico para la disposición final de los residuos sólidos necesita un soporte económico alto el trabajo educativo requiere un costo mayor en tiempo y esfuerzo, es decir, necesita de una mayor participación de recursos humanos, sin embargo este último es el que a largo plazo reporta mayores beneficios ambientales.



BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Solórzano, T. y M. González. 1987. Fauna. Atlas Cultural de México. SEP- INAH-PLANETA. 107 pag.
- Aguilar, R. M. y H. Salas V. 1987. Reciclamiento Urbano (Manual). Editorial. GEA. México D.F. 82 pag.
- Amador, R. 1996. La experiencia de reciclaje en Río Blanco, Ver. Memorias del Taller "Municipio y Medio Ambiente". Octavo Taller. Escuela Municipalista de Veracruz. Centro de Servicios Municipales " Heriberto Jara" A. C. Julio, 1996. Cd. Mendoza, Ver. 10 pag.
- Barton, A. E. 1989. Resource, Recovery and Recycling. Serie Enviromental Science and Technology. Jhon Willey & Sons. USA. 418 p.
- British Standard International (BSI). 1994. Specifications for Enviromental Management Systems. BS 7750:1994. Engineering Documents. Colorado, USA. 19 pag.
- Baca, U. G. 1990. Evaluación de Proyectos. Análisis y Administración del riesgo. Mc Graw Hill. México. 248 pag.
- CONAFE, 1994. ¿ Qué hacer con la basura ?. Serie: Educación Ambiental. 47 pag.
- Deffis Caso, A. 1991. La basura es la solución. Editorial Concepto. México. 277 pag.

- Del Val, Alfonso, 1993. El libro del reciclaje. Manual para la recuperación y aprovechamiento de las basuras. Integral Monográfico 25. España
- Departamento del Distrito Federal. 1989. Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. Curso-Taller. DDF. Secretaria General de Obras. Dirección General de Servicios Urbanos. Dirección Técnica de Residuos Sólidos. México. 87 pag.
- Diario Oficial de la Federación. 1o. de julio de 1992. Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Diario Oficial de la Federación. Proyecto de Norma Oficial Mexicana que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a Relleno Sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales. Primera Sección. Miércoles 22 de junio de 1994. 64-66
- Environmental Protection Agency. 1994. The Consumers Handbook for reducing solid waste. EPA-530-K-92-003. USA. 19 p.
- Gobierno del Estado de Veracruz. (s/f) Manejo de la basura en poblaciones pequeñas. 1992 Secretaria Desarrollo Urbano y Ecología. Dirección General de Asuntos Ecológicos. Xalapa, Ver., México. 24 pag.
- Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 334 pag.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 1991. Propuesta Técnica para la disposición final de los residuos sólidos en 32 ciudades del estado de Veracruz. Programa Estatal de Rehabilitación de Basureros. Documentos internos.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 1992. Instalación y Operación de un Relleno Sanitario. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. Dirección General de Asuntos Ecológicos. Xalapa, Ver., México. 74 pag.
- González Gaudiano, E. 1993. La Educación Ambiental: una estrategia nacional y plan de acción de educación ambiental. Sedesol. PNUD. UNESCO: Primera Edición. México. 264 pag.
- González Guzmán, I. G. 1991. Estudio de la problemática de los residuos sólidos domésticos y el establecimiento de alternativas de solución en la ciudad de Matamoros, Tamps. Tesis de Maestría. Maestría en Ingeniería Ambiental (Prevención y Control). Centro de Calidad Ambiental. ITESM
- Hernández, P. C. y colaboradores. 1995. Plantas Medicinales del municipio de Jalcomulco, Ver. Mimeografiado. Facultad de Biología. UV. CESEM, A. C.

- Herzig, M. 1987. Pensar Globalmente y Actuar Localmente (Desechos Sólidos). Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. Pp. 59-64.
- Hodgetts, R. M. y S. Altman. 1987. Comportamiento en las organizaciones. Editorial Interamericana. México. 151 pag.
- Honorable Ayuntamiento de Jalcomulco. 1993. Plan Municipal de Desarrollo. Trienio 92-94.
- INEGI. Carta Edafológica Veracruz E14-3 1:250 000 Dirección General de Geografía. INEGI. México
- INEGI. Carta Geológica Veracruz E14-3 1:250 000 Dirección General de Geografía. INEGI. México
- INEGI. Carta de Aguas Superficiales Veracruz E14-3 1:250 000. Dirección General de Geografía. INEGI. México
- INEGI. Carta de Aguas Subterráneas Veracruz E14-3 1:250 000. Dirección General de Geografía. INEGI. México
- INEGI. Carta Topográfica Coatepec 1:50 000. Dirección General de Geografía. INEGI. México
- INEGI. 1988. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. INEGI, México. 69 pag y Anexo de 12 Cartas
- INEGI. 1989a. Guías para la interpretación de cartografía. Hidrología. 33 pag.
- INEGI. 1989b. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. 47 pag.
- INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Geología. 32 pag.
- Instituto de Administración Pública. 1985. Administración Pública Municipal. Guía Técnica No. 1. Centro de Estudios de Administración Pública Municipal. México. 23 pag.
- Instituto Mexicano del Aluminio. 1992. Boletín Mensual. Noviembre 1992.
- Internet. 1996. <http://www.iso.ch/cate/13020.html> . central@isocs.iso.ch
- Jaramillo. J. 1991. Guía para el diseño, construcción y operación de Rellenos Sanitarios. Manuales. Organización Panamericana de la Salud. Programa de Salud Ambiental. Serie Técnica No. 28. 214 pag.

- LIV Legislatura del Estado de Veracruz. 1989. Constitución Política del Estado de Veracruz-Llave.
- Lund, H. F. 1975. Manual para el control de la contaminación industrial. Instituto de Estudios de Administración Local. Venezuela. 185-250
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1980. Residuos Sólidos. Unidades Temáticas Ambientales. Dirección General del Medio Ambiente. Madrid, España. 64 pag.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1984. Gestión Municipal del Medio Ambiente. España. 177-190
- Moreno G. G. y P. Christlieb. S. 1993. Reciclado de envase de aluminio para bebidas en México. Tesis Mancomunada. Facultad de Química. UNAM. 121 pag.
- Muñoz Sánchez, A. 1980. Residuos sólidos plásticos. Tratamiento y reciclado. Cuadernos del CIFCA. No. 19. Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales. Madrid. España. 77 pag.
- Olguín, E., Mercado, G. y G. Sánchez. 1994. Manual de compostaje de residuos orgánicos a escala doméstica. Instituto de Ecología, A. C. 15 pag.
- Olguín, E., Peña, C., Hernández, E. y R. Camacho. 1994 a. Compostaje acelerado para viviendas urbanas y semiurbanas. Tecnologías Ambientales para el desarrollo sustentable. Instituto de Ecología, A. C. México: 51 - 55
- Parker, C. y T. Roberts (edit.). 1985. Energy from waste. An evaluation of conversion technologies. Elsevier Applied Science Publisher. 25-28
- Packaging. 1988. Who's doing the best job?. Junio 1988. 56 pag.
- Quijano Cervera, E. y G. Mejá Sánchez. 1990. Aprovechamiento integral de los desechos sólidos de la extracción del jugo de naranja. Memorias del VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental., A. C. Oaxaca. Oax. 19 al 21 de septiembre.
- Quimby, T. H. C. 1985. Recycling. The alternative to disposal. A case study of the potential for increased recycling of news paper and corrugated containers in the Washington Metropolitan Area. The Jhon Hopkins University Press. Resource for the future. USA. 133 p.
- Ramos López, D. E. 1991. La problemática de los residuos sólidos en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Tesis de Maestría. Maestría en Ingeniería Ambiental (Prevención y Control). Centro de Calidad Ambiental. ITESM

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

- Rossignol J. P. *et al.* 1988. Morfoedafología del área Xalapa-Coatepec. Informe Explicativo Preliminar. INIREB, ORSTOM y ENITHP
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Flora. Atlas Cultural de México. SEP-INAH-PLANETA. 110 pag.
- Sauri, R. M. R. 1988. Manejo de los desechos sólidos en el estado de Yucatán. Memorias del VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental., A. C. Oaxaca. Oax. E 102- E 104. 19 al 21 de septiembre
- Sauri, R. M. R., Castillo, B. E., Comas, B. M. y J. Peniche. 1992. Aplicación del composteo a los desechos sólidos municipales en la Ciudad de Mérida. Memorias del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Acciones para un ambiente limpio. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental., A. C. Morelos 22 al 23 de septiembre.
- SEDESOL-CICM. 1994. Proyecto Tipo de Relleno Sanitario. Antecedentes para el diseño. Parte I. Documentos Técnicos 1994-2. Serie Medio Ambiente. 42 pag.
- SEDESOL-INE. 1994. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. 1993-1994. 18.- Residuos, 20.- Educación y Capacitación Ambiental. México 234-295
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). s/f. Manual de Rellenos Sanitarios. Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Contaminación Ambiental. 333 pag.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1984. Curso sobre manejo y disposición final de residuos sólidos municipales. Tomo I: 20-83
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1985. Manual de Programa de Cómputo para apoyo de aplicación de normas en materia de residuos sólidos. 13-37. 87-111
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1986. Lineamientos Conceptuales y Metodología de la Educación Ambiental No Formal. México.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales. Programa Nacional de Capacitación Ambiental de la Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Prevención y control de la Contaminación. Tomo I. México. 323

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1991. La Educación Ambiental en el desarrollo municipal. Serie: Sistema Municipal de Gestión Ambiental. Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria. 97 pag.
- Secretaría de Gobierno y Gobierno del Estado de Veracruz-Llave. 1988, Los Municipios de Veracruz. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. Sec. de Gobernación. Gob. del Edo. de Ver. Centro Nacional. de Estudios Municipales. Centro Estatal de Estudios Municipales
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1980. Guías para la interpretación de cartografía. Topografía, 30 pag
- Sureda, J. y A. J. Colom. 1989. Pedagogía Ambiental. Colección Educación y Enseñanza. Ediciones CEAC: Barcelona, España. 243 pag.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y R. Eliassen. 1977. Solid Waste. Engineering Principles and Management Issues, Mc Graw-Hill Book Company. USA. 621 p
- Trejo, V. R. 1994. Procesamiento de la Basura Urbana. Trillas, México. 283 p
- Tibor, T. y I. Feldman. 1995. ISO 14000 A guide to the new enviromental management standards. Irwin Professional Publishing. USA 250 p
- The Modern Packaging Encyclopedia. 1988. Mc Graw Hill Edit. New York. USA
- Unda O. F. 1993. Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa Noriega Editores. México. 870 pag.
- Vázquez Torre, A. M. 1993. Ecología y Formación Ambiental. Mc Graw Hill Interamericana de México, S. A. de C. V. México 303 pag.
- Wood, D. S. y D. W: Walton. 1987. Como planificar una programa de Educación Ambiental. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo; Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. USA.

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana



APENDICE 1. Resumen de Normas Oficiales Mexicanas.

DIAGNOSTICO DE GENERACIÓN DE BASURA NOM-AA-61-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales

Objetivo

Aplicar la metodología propuesta, para determinar la generación *per capita* de residuos sólidos municipales a partir de observaciones de campo. Para efectos de aplicación de esta metodología, los residuos municipales se subdividen en domésticos, que son los generados en casas habitación y en no domésticos.

Referencias

Esta metodología se complementa con las normas oficiales mexicanas actualmente vigentes:

NOM-AA-91-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología

NOM-AA-15-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo. métodos de cuarteo

Aparatos y equipo:

- Báscula con capacidad mínima de 100 kg y precisión de 10g o similar
- Báscula con capacidad mínima de 10 kg. y precisión de 1 g o similar.
- Tablas de apoyo, tamaño carta u oficio.
- Dos marcadores de tinta permanente, preferentemente de color negro
- Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo de No. 200.
- Ligas de hule de 1.5 mm de ancho
- Guantes de carnaza.
- Brochas de cerdas naturales de crin de caballo, de 0.025 m de ancho.
- Pintura de esmalte color amarillo.
- Papelería y varios (cédulas de encuesta, lápices, gomas, etc.)
- Tabla 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.

NOTA: El equipo y material antes descrito, estará en función del número de personas que realicen el

muestreo, así como por la cantidad de estratos a muestrear y en el tamaño de la premuestra.

Procedimiento:

1.- La generación *per capita* de residuos sólidos domésticos, se obtiene con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en $\text{kg hab}^{-1}.\text{día}^{-1}$, a partir de la información obtenida en un muestreo aleatorio en campo, de cada uno de los estratos socioeconómicos de la población por analizar.

2.- Tamaño de la premuestra a partir del riesgo seleccionado (α) se adopta un tamaño de premuestra por estrato, con base en la siguiente tabla:

Riesgo (α)	Tamaño de la premuestra (n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50

3.- Se determina y ubica el universo de trabajo en un plano actualizado de la localidad (zona o colonia correspondiente al estrato socioeconómico por muestrear)

4.- Se cuentan y numeran en orden progresivo, los elementos de dicho universo de trabajo para conocer su magnitud.

5.- Con base en el tamaño de la premuestra y en el tamaño del universo de trabajo; se seleccionan aleatoriamente, los elementos de la premuestra. Para realizar lo anterior se emplea una tabla de números aleatorios.

6.- Se identifican físicamente los elementos de la premuestra en el universo de trabajo, anotando el número aleatorio

correspondiente al elemento con pintura amarilla, en algún lugar visible de la calle donde se encuentra la casa habitación o elemento a muestrear.

7.- Se recorre el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las casas-habitación seleccionadas para la premuestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo, así como para captar la información general, que se indica en la cédula de encuesta de campo. También durante el recorrido, se les entrega una bolsa de polietileno (de características descritas) a los habitantes de cada una de las casas-habitación de la premuestra. Se recomienda que el recorrido antes descrito se realice entre el sábado y domingo anteriores a la semana elegida para llevar a cabo el muestreo.

8.- El primer día del período de muestreo, preferentemente el lunes, se recorre el universo de trabajo para recoger en las casas-habitación de la premuestra, los residuos sólidos que hayan sido almacenados, entre el sábado y domingo anteriores a la semana del muestreo. Es conveniente que el recorrido se haga lo más temprano posible del día, recomendándose las 9:00 a. m. como la hora más propicia para ello. Lo anterior sirve únicamente como una operación de limpieza, con la cual se asegura que la basura generada después del recorrido antes descrito, corresponderá únicamente al primer día de muestreo (Lunes). Simultáneamente con la acción antes descrita, se entrega a los habitantes de las casas-habitación una nueva bolsa para que almacenen los residuos sólidos generados en el primer día de muestreo (Lunes).

9.- A partir del martes (segundo día de muestreo), y hasta el domingo de la semana elegida para realizar el muestreo, se visitan las casas seleccionadas, con el fin de recoger las bolsas de polietileno con la basura generada el día anterior, entregando una nueva bolsa para que almacenen la basura que generarán el día

de la visita. A la bolsa que entreguen los habitantes de las casas-habitación, se le anota con un marcador el número aleatorio correspondiente, con el fin de evitar confusiones posteriores. El muestreo concluye al siguiente lunes de la semana de muestreo y únicamente se recogen las bolsas de la basura generada el día anterior, terminando así esta actividad de campo.

10.- Después de recoger diariamente los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesarlos en básculas, anotando el peso de dichos residuos en la cédula de encuesta, en el renglón correspondiente al día que fueron generados.

11.- Posteriormente se divide el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa-habitación, para obtener la generación *per capita* de residuos sólidos en $\text{kg hab}^{-1}\text{.día}^{-1}$, correspondientes al día en que fueron generados. El valor de la generación se anota en la cédula de encuesta, en el renglón que corresponda.

Con este punto se termina la fase de campo, quedando por realizar la evaluación de la información captada, mediante la aplicación de técnicas y modelos estadísticos.

12.- Se calcula el promedio de la generación de basura *per capita* para cada una de las casas-habitación incluidas en la premuestra, empleando los 7 valores diarios obtenidos del muestreo. De acuerdo con lo anterior, se obtiene una serie de "n" valores promedio de generación de basura *per capita*, uno por cada casa-habitación incluida en la premuestra.

MUESTREO: MÉTODO DE CUARTEO

NOM-AA-15-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales

Objetivo:

Aplicar el método de cuarteo para la homogeneización de componentes de los residuos sólidos municipales, mismos que serán utilizados para otras determinaciones.

Referencias

NOM-AA-91-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología

NOM-AA-61-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación.

NOM-AA-19-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: peso volumétrico *in situ*.

NOM-AA-22-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: selección y cuantificación de subproductos.

Método de cuarteo:

Para el cuarteo, la muestra debe ser representativa de la zona o estrato socioeconómico del área de estudio, obtenida según NOM-AA-61-1985.

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. 150, para el manejo de subproducto (tantas como sean necesarias)
- Palas curvas
- Bieldas
- Overoles
- Guantes de carnaza
- Escobas
- Botas de hule
- Cascos de seguridad
- Mascarillas protectoras
- Papelería y varios (cédulas de campo, marcadores, ligas, etc.)

Procedimiento:

1.- Para efectuar este método se cuarteo, se requiere la participación de cuando menos tres personas. El equipo requerido antes descrito, estará de acuerdo con el número de personas que participan en el cuarteo.

2.- Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos resultado del estudio de generación según la NOM-AA-61-1985. En ningún caso se tomarán más de 250 bolsas para efectuar el cuarteo. El contenido de dichas bolsas se vaciará formando un montón sobre un área plana horizontal de 4 m x 4 m, de cemento pulido o similar y bajo techo.

3.- El montón de residuos sólidos se traspaleará con pala y/o bieldo, hasta homogeneizarlo, a continuación, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A, B, C y D, y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg. de residuos sólidos, con los cuales se debe hacer la selección y cuantificación de los subproducto de acuerdo a la NOM-AA-22-1985.

4.- De las partes eliminadas del primer cuarteo se toman 10 kg. aproximadamente de residuos sólidos para los análisis de laboratorio físicos, químicos y biológicos, con el resto se determina el peso-volumétrico de los residuos sólidos "in situ" según NOM-AA-19-1985.

5.- Llenar la cédula de campo para cuarteo

DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO " in situ " NOM-AA-19-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales

Objetivo:

Determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar en el que se efectuó la operación de "cuarteo"

Referencias:

NOM-AA-91-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología

NOM-AA-15-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo, métodos de cuarteo

Descripción de la operación

Para determinar el peso volumétrico *in situ* se toman los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo, la cual se realiza según NOM-AA-15-1985

Aparatos y equipo:

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg
- Tambos metálicos de forma cilíndrica, con capacidad de 200 l
- Palas curvas
- Overoles
- Guantes de carmaza
- Escobas
- Recogedores
- Botas de hule
- Mascarillas
- Papelería y varios accesorios para la operación (cédulas de campo, marcadores, etc.)

1.- Procedimiento

Para efectuar esta determinación, se requiere de cuando menos dos personas. El equipo requerido estará de acuerdo con el número de personas que participen en la determinación.

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

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

A continuación se llena el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo según la NOM-AA-15-1985, se golpea el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm.

Nuevamente se agregan residuos 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 este la altura alcanzada y se determinará dicho volumen.

2.- Cálculo

El peso volumétrico de residuos sólidos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$P_v = P/N$ en donde:

P_v = Peso volumétrico de residuos sólidos en $kg\ m^{-3}$.

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

V = Volumen del recipiente en m^3

Los residuos obtenidos al realizar la operación que se describe deben reportarse en la cédula de campo.

SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS NOM-AA-22-1985. Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales

Objetivo:

En base a la norma NTRS-5 establecer el método para cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales

Referencias:

NOM-AA-91-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología
NOM-AA-15-1985 Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: muestreo. métodos de cuarteo
Norma Oficial Mexicana NOM-B-231- Requisitos de la cribas para la clasificación de materiales.

Aparatos y equipo:

- Báscula de piso con capacidad de 200 kg
- Balanza granataria con capacidad de 20 kg y sensibilidad de 1 g
- Cribas (DGN No. 10)
- Mascarillas
- Recogedores
- Overoles
- Escobas
- Botas de hule
- Guantes de carnaza
- Treinta bolsas de 1.10 , y 0.80 m y de calibre mínimo de 150
- Papelería y varios (cédulas de campo, marcadores, ligas, etc.)

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

1.- Selección.

1.1.- Obtención de la muestra.

La muestra se extrae como se establece en la NOM-AA-15-1985 y se toman como mínimo 50 kg procedentes de las áreas del último cuarteo que no fueron eliminadas.

1.2.- Procedimiento:

Con la muestra ya obtenida como se establece en 1.1 se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos de acuerdo con la siguiente clasificación:

- algodón
- cartón
- cuero
- residuo fino {todo material que pase la criba DGN No. 10 (2 mm)}
- envases de cartón encerado
- fibra dura vegetal (esclerénquima)
- fibras sintéticas
- hueso
- hule
- lata
- loza y cerámica
- madera
- material de construcción
- material no ferroso
- papel
- pañal desechable
- plástico rígido de película
- poliuretano
- poliestireno expandido
- residuos alimenticios (véase observaciones)
- residuos jardinería
- trapo
- vidrio de color
- vidrio transparente
- otros

2.- Cuantificación

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

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

$$PS = (G_1 / G) \times 100$$

En donde:

PS= Porciento del subproducto considerado

G₁= Peso del subproducto considerado

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

El resultado obtenido al sumar los diferentes porciento, debe ser como mínimo el 55 % del peso total de la muestra (G)

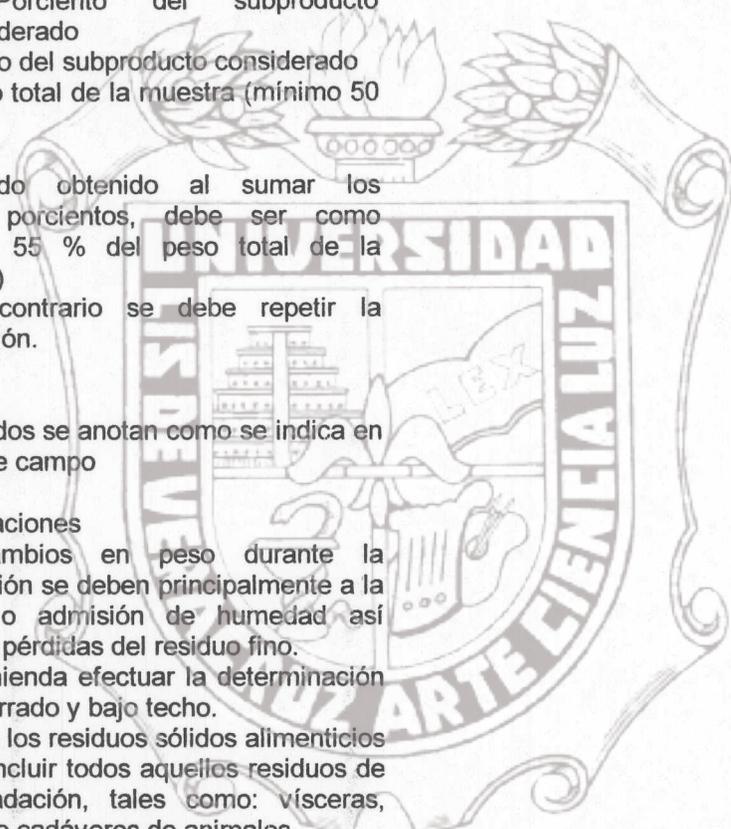
En caso contrario se debe repetir la determinación.

3.- Reporte

Los resultados se anotan como se indica en la cédula de campo

4.- Observaciones

- Los cambios en peso durante la determinación se deben principalmente a la liberación o admisión de humedad así como a las pérdidas del residuo fino.
- Se recomienda efectuar la determinación en 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



CONDICIONES QUE DEBE REUNIR EL SITIO DESTINADO A RELLENO SANITARIO Basado en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1994

1. PROFUNDIDAD DEL MANTO FREÁTICO

Deberá estar a una profundidad vertical mayor de 10 metros del nivel freático

1.1. ZONA DE RECARGA

Deberá estar ubicada a una distancia mayor de un kilómetro y aguas bajo de las zonas de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potables.

1.2. UBICACIÓN CON RESPECTO A LA ZONA DE FRACTURACIÓN

Deberá ubicarse a una distancia de 100 m como mínima del límite de la zona de fracturación o falla geológica.

1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTRATOS DEL SUELO

Las características físicas de los estratos del suelo se deberán conocer a través del estudio geofísico correspondiente, aplicándolo hasta una profundidad de 120 m

1.4.- CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Deberá reunir características tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, representadas por el coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-5} cm/seg. y por la capacidad de intercambio catiónico de 30 meq/100 grs de suelo.

2. MATERIAL DE COBERTURA

Deberá contar como mínimo con un 25% de material de cubierta en relación al volumen de los residuos municipales a disponer diariamente.

3. VIDA ÚTIL DEL SITIO.

Vida útil mínima de 7 años

4. UBICACIÓN CON RESPECTO A CUERPOS DE AGUA

Deberá estar ubicado a una distancia mayor de 1 km de zonas de inundación, cuerpos de agua y corrientes naturales.

5. UBICACIÓN CON RESPECTO A CENTROS DE POBLACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Deberá estar ubicado:

a) A una distancia mayor 500 m del área urbana, a una distancia mayor de 70 m de las vías de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 k de áreas naturales protegidas y aeropuertos, así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gaseoductos y a una distancia mayor de 150 m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

6. DRENAJE

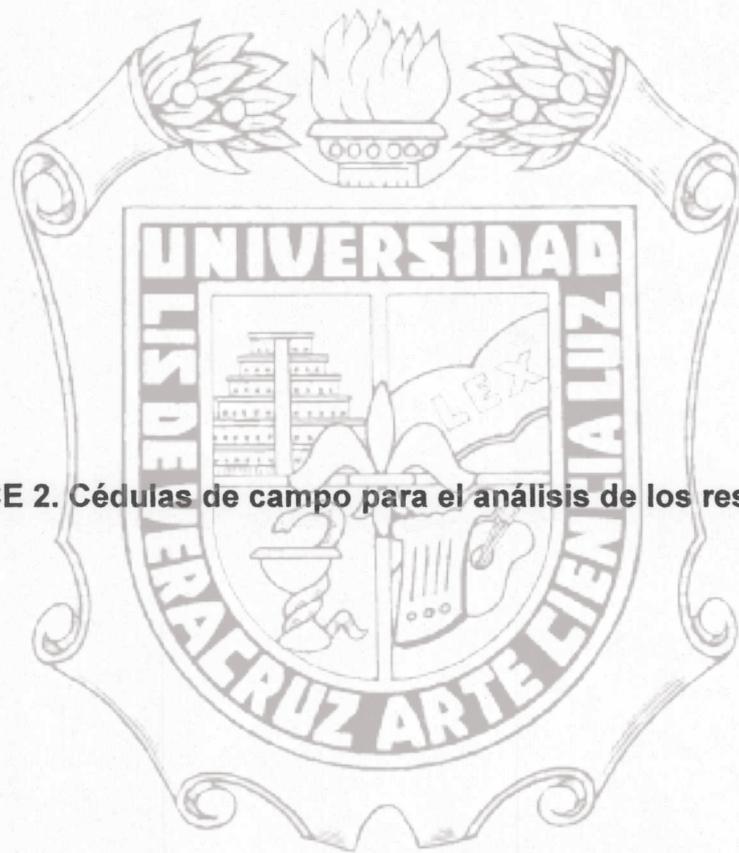
Deberá permitir la salida de aguas de lluvia naturalmente.

7. TOPOGRAFÍA

a) La pendiente media en la base del terreno natural de sitio no mayor mayor del 30%.

8. LIMITACION

No se podrá operar un sitio destinado a relleno sanitario en zona fracturada



APENDICE 2. Cédulas de campo para el análisis de los residuos sólidos.

CÉDULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN JALCOMULCO, VER.

No. De muestra: _____

I.- UBICACIÓN

1.- Calle : _____ 2.- Número _____
 3.- Colonia : _____ 4.- C. P. _____

II.- DATOS GENERALES

1.- Habitantes por casa: _____ 2.- Nivel socioeconómico _____
 3.- Tipo de recipiente: _____

III.- ENCUESTA

1.- Frecuencia de recolección: _____
 2.- ¿Que hace con los residuos sólidos si no pasa el camión ? _____

 3.- Su opinión sobre el servicio de recolección.
 Bueno _____ Regular _____ Malo _____
 4.- Nombre del encuestador: _____

IV.- MUESTREO.

No.	Fecha	Día	Peso de los residuos	Generación per capita kg/hab/día	observaciones
1		Lunes			
2		Martes			
3		Miércoles			
4		Jueves			
5		Viernes			
6		Sábado			
7		Domingo			
			Media	X=	

Instituto de Ingeniería
 Universidad Veracruzana

CÉDULA DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN JALCOMULCO VER.

I.- DATOS GENERALES.

1.- Fecha _____

2.- Hora _____

3.- Procedencia de la muestra: _____

4.- Estrato socioeconómico: _____

5.- Condiciones climatológicas imperantes durante el cuarteo: _____

6.- Nombre del responsable del muestreo: _____

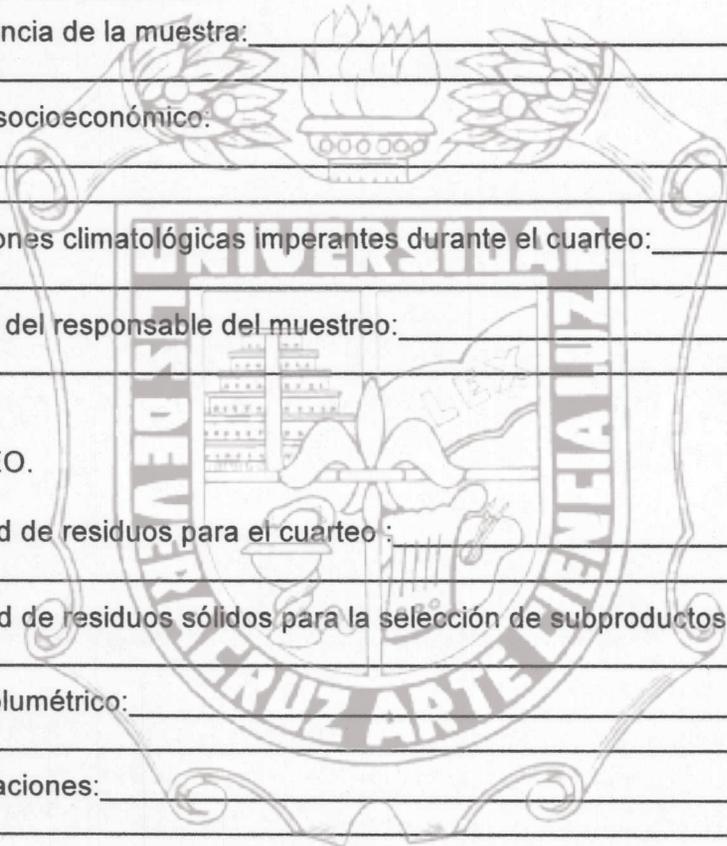
II. CUARTEO.

1.- Cantidad de residuos para el cuarteo: _____

2.- Cantidad de residuos sólidos para la selección de subproductos: _____

3.- Peso volumétrico: _____

4.- Observaciones: _____



CÉDULA DE CAMPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO IN SITU DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE JALCOMULCO VER.

I.- DATOS GENERALES.

1.- Fecha y hora de la determinación: _____

2.- Zona(s) muestreada(s) _____

3.- Estrato(s) socioeconómico(s): _____

4.- Nombre del responsable de la determinación: _____

II.- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU".

1.- Capacidad del recipiente _____ m³

2.- Tara del recipiente _____ kg.

3.- Capacidad del recipiente tomada para la determinación: _____ m³

4.- Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos): _____ kg.

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

6.- Peso volumétrico *in situ* de los residuos sólidos: _____ kg m⁻³

7.- Observaciones: _____

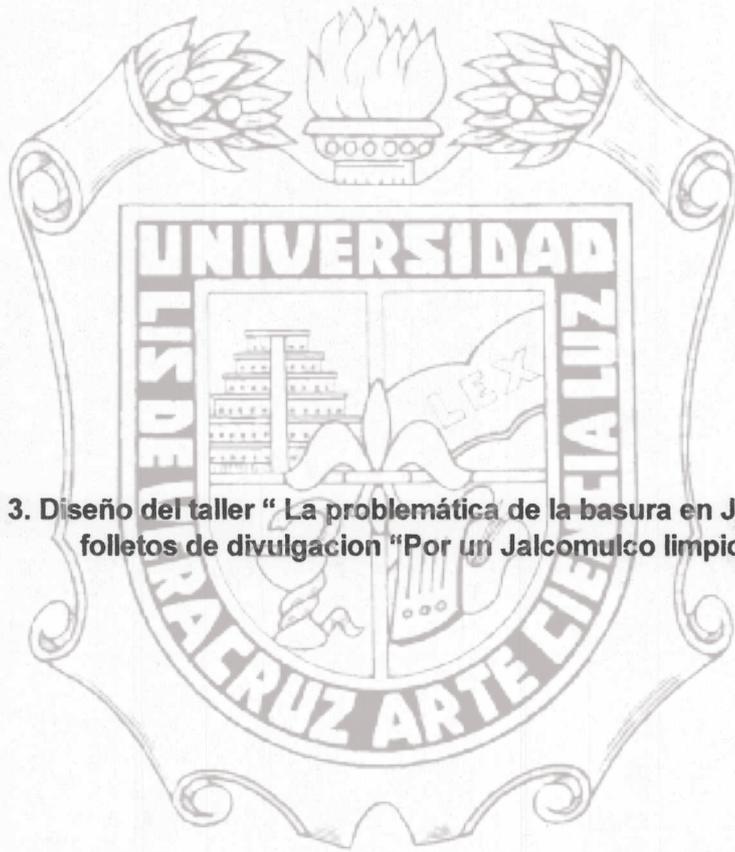
CÉDULA DE CAMPO PARA LA SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE LOS
SUBPRODUCTOS CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE
JALCOMULCO VER

FECHA _____ ZONA MUESTREADA _____
HORA _____ PESO DE LA MUESTRA _____

SELECCIÓN Y CUANTIFICACION

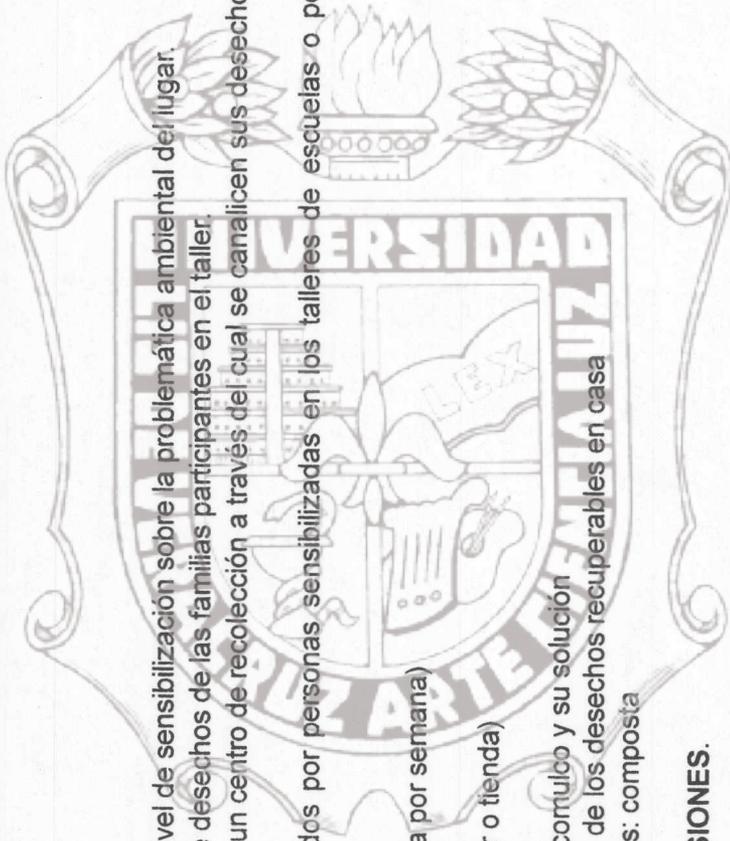
No.	SUBPRODUCTO	PESO (Kg)	%	OBSERVACIONES
1	Algodón			Muestra compuesta
2	Cartón			
3	Cuero			
4	Residuo fino			
5	Envases de cartón encerado.			
6	Fibra dura de vegetal			
7	Fibras sintéticas			
8	Hueso			
9	Hule			
10	Lata			
11	Loza y cerámica			
12	Madera			
13	Material de construcción			
14	Material ferroso			
15	Material no ferroso			
16	Papel			
17	Pañal desechable			
18	Plástico rígido y de película.			
19	Poliuretano			
20	Poliestireno expandido			
21	Residuos de jardinería			
22	Residuos alimenticios			
23	Trapo			
24	Vidrio de color			
25	Vidrio transparente			
26	Otros			
	TOTAL			

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana



APENDICE 3. Diseño del taller " La problemática de la basura en Jalcomulco, Ver. " y folletos de divulgación "Por un Jalcomulco limpio "

DISEÑO DEL TALLER
"LA PROBLEMÁTICA DE LA BASURA EN JALCOMULCO"
GUÍA PARA EL EQUIPO DE TRABAJO DEL PROYECTO P/FOMES 93-31-06(8)



I.- DISEÑO GENERAL

Objetivos:

- Lograr en los asistentes un primer nivel de sensibilización sobre la problemática ambiental del lugar.
- El cambio de hábito en el manejo de desechos de las familias participantes en el taller.
- Organización del grupo para formar un centro de recolección a través del cual se canalicen sus desechos al centro de acopio.

Dirigido a:

- Grupos de señoras, jóvenes invitados por personas sensibilizadas en los talleres de escuelas o por las autoridades del municipio.

Tiempo:

- 3 sesiones de 2 horas cada una (una por semana)

Lugar:

- Definido por el grupo (casa particular o tienda)

Temario:

- 1.- La problemática de la basura en Jalcomulco y su solución
- 2.- Cómo no generar basura: el manejo de los desechos recuperables en casa
- 3.- El manejo de los desechos orgánicos: composta

2.- DISEÑO ESPECIFICO DE LAS SESIONES.

En cada cuadro se marca arriba el tema particular de la sesión y en el cuadro el objetivo que queremos alcanzar en esa sesión específica, las técnicas que emplearemos, el procedimiento a seguir en la sesión y en la columna Materiales se especifica que materiales debemos estudiar las promotoras para ir preparadas a la sesión y que materiales vamos a utilizar en la sesión.

Esto es solo una *guía*, para llevarla a cabo en cada ocasión debemos ajustarla a los intereses, inquietudes y características particulares del grupo con que estamos tratando.

DISEÑO ESPECÍFICO POR SESIÓN

Taller Basura. Sesión 1

Tema.- Problemática de la basura y su solución.

OBJETIVO	TÉCNICAS	PROCEDIMIENTOS	MATERIALES
Presentación	La telaraña Exposición	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el objetivo, duración y temas de todo el taller. • Aclarar el tema de esta sesión y su funcionamiento 	Estambre Lámina general del taller
Que el grupo reconozca: 1. La problemática general y común de la basura 2. El tipo de basura que producen 3. El origen, ruta y destino de los residuos sólidos del municipio	Papelógrafo	<ul style="list-style-type: none"> • decir que para elaborar un diagnóstico contestarán en grupos o barrios las preguntas: ¿qué es la basura? ¿qué tipo de basura produczo? ¿que hago con mi basura? ¿que días pasa por mi barrio el camión recolector? y elaborarán un mapita de su barrio ubicando los sitios de recolección • Preguntar ¿Cuál es la ruta y destino de la basura en su colonia o barrio? • Pedirles que realicen una actuación de la ruta, con gestos, palabras y acciones, seguir la ruta y apoyándose en dispositivos exponer los problemas que genera el tiradero y el relleno sanitario 	Tarjetas Papel bond Plumones Masking tape
4. Las implicaciones tiene para el ambiente y para nuestra bioregión	Lectura de material Sociodrama	<ul style="list-style-type: none"> • Pedirles que realicen una actuación de la ruta, con gestos, palabras y acciones, seguir la ruta y apoyándose en dispositivos exponer los problemas que genera el tiradero y el relleno sanitario 	Artículos: Gov. Edo. de Ver. 1991. Problemática. Inst. y operación de Rellenos Sanitarios. 13-16 p
5. La propuesta de solución al problema y que resolverlo está en nuestras manos	Deducción en grupo Papelógrafo	<ul style="list-style-type: none"> • Anotar una idea individual de como no generar basura y pedir al grupo una respuesta general que recoja todo lo expresado • Invitar a otras dos sesiones y traer ideas de como no generar basura 	Diapositivas y proyector o lámina sobre el tiradero de Jalcomulco. Plática I "Destino final de la basura" Tarjetas Papel bond Plumones

Taller Basura Sesión 2
Tema: Como no generar basura

OBJETIVO	TÉCNICAS	PROCEDIMIENTO	MATERIALES
<p>1. Que las personas del grupo aprendan cómo no generar basura a través de la reducción en el consumo, la reutilización de desechos, su separación y reciclamiento</p> <p>2. Que el grupo vea las ventajas en salud y ambientales y se organice para formar un centro de recolección</p>	<p>Exposición participativa</p> <p>Muestra de como no generar desechos</p> <p>Síntesis participativa</p>	<ul style="list-style-type: none"> Partir de las respuestas de la sesión anterior Realizar la exposición sobre: reducir el consumo, enfatizar el papel de la mujer como consumidoras, y la potencialidad de cambio que hay en nosotras, mostrar formas de sustituir materiales, que no debemos consumir, reutilizar y reciclar los residuos. Hablar sobre el tratamiento de los desechos sólidos inorgánicos: mostrar las ventajas de la reducción de basura y el reciclamiento: menos contaminación, más salud y ahorro de recursos naturales 	<p>Para utilizar en la sesión:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diapositivas Folleto "Que hacer para no hacer basura" Cajas muestra de residuos reutilizados Hojas: "Ya sabes sustituir" y "Como separar" <p>Para estudiar previamente: Plática II A "Como no generar basura" Artículo: capítulo III punto 1 y 2 "Hacia una sociedad sin basura"</p>
<p>3. Que el grupo se organice para formar un centro de recolección, el cual canalice sus desechos recuperables.</p>	<p>Lectura de material</p> <p>Deducción en grupo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Revisar con el grupo como se inicia un centro de acopio. Explicar el funcionamiento de estos centros y donde se establecerán los centros Preguntar si es posible crear un centro de recolección o de acopio establecer días de recolección y mecanismos de relación con el centro de acopio Invitar a la siguiente sesión, sobre el tratamiento de residuos orgánicos 	<p>Tríptico "Hagamos un Centro de Acopio"</p> <p>Plática II B Que es y como funciona un centro de acopio.</p> <p>Pedir que el grupo lleve: Tierra, desperdicios de comida y jardín, una pala y huacales de madera.</p>

Taller Basura Sesión 3:
Tema: La composta alternativa a los desechos orgánicos.

OBJETIVO	TÉCNICAS	PROCEDIMIENTO	MATERIALES
<p>1. Mostrar al grupo como en casa se pueden transformar los desperdicios orgánicos, que pueden llegar a ser contaminantes, en materia útil con el método de la composta.</p>	<p>Síntesis participativa en base a láminas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> recordar que ya se vio como tratar los desechos inorgánicos y que veremos como funciona un centro de acopio. Preguntar ¿Ya empecé a reciclar? ¿Qué beneficios obtengo? ¿Qué problemas enfrento? A partir de las cartas interpretar los diferentes aspectos del compostaje y retomar formas de compostaje propias del grupo 	<p>Papelógrafo inicial</p> <p>Rotafolio sobre Tres R's</p>
<p>2. Que el grupo reconozca las formas de compostaje que realiza en forma natural.</p>	<p>Lectura de Cartas</p> <p>Lectura de material</p>	<ul style="list-style-type: none"> Para utilizar en la sesión Cartas que simbolizan aspectos del compostaje Folleto "Como hacer una composta". Láminas diapositivas sobre el proceso del compostaje y ejemplos de composteras. Para estudiar previamente: Plática III "Qué hacer con los desperdicios orgánicos" Artículo Capítulo II, 1, 3, 4 y 5. Libro Hacia una sociedad sin basura. 	<p>Para utilizar en la sesión</p> <p>Cartas que simbolizan aspectos del compostaje</p> <p>Folleto "Como hacer una composta".</p> <p>Láminas diapositivas sobre el proceso del compostaje y ejemplos de composteras.</p> <p>Para estudiar previamente: Plática III "Qué hacer con los desperdicios orgánicos"</p> <p>Artículo Capítulo II, 1, 3, 4 y 5. Libro Hacia una sociedad sin basura.</p>
<p>2. Que el grupo aprenda como hacer una composta, su proceso, los problemas que puede tener y como solucionarlos.</p>	<p>Elaboración práctica de una composta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ir con el grupo a hacer una composta. Conforme se elabora explicar el método, los cuidados que se deben tener, los problemas que se pueden presentar y como solucionarlos. (apoyar también esta explicación con láminas). 	<p>Ejemplo de compostera</p> <p>Tierra, desperdicios de comida y jardín, una pala y huacales de madera.</p>

PLÁTICA SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LOS DESPERDICIOS DOMÉSTICOS (LA BASURA)

I. EI. DESTINO FINAL DE LA BASURA.

A.- EXPLICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO Y UN TIRADERO A CIELO ABIERTO.- El objetivo de dar esta explicación es para hacer conciencia de que el problema de la basura no termina cuando limpiamos el lugar. Lo que sucede es que solo trasladamos el problema a otro lugar como un tiradero a cielo abierto o un relleno sanitario.

Diferencia :

En el tiradero se va depositando toda la basura y en el relleno con un revestimiento especial en un lugar especial, se va poniendo sucesivamente capas de basura con tierra. Debe utilizarse maquinaria especial para compactar los desechos y se deja un tiempo para que se realice la pepena antes de cubrirse con tierra.

Problemas:

Materia orgánica:

Al descomponerse emite gases que pueden incendiarse espontáneamente. Al quemarse junto con los otros materiales presentes: plásticos, residuos de pesticidas, pinturas, productos de limpieza, producen gases y vapores tóxicos que se liberan al aire.

Por otro lado los líquidos tóxicos junto con el agua de lluvia, se van filtrando a través de las capas de basura y en su paso van "lavando" los envases que pueden contener sustancias tóxicas (barnices, pinturas, pesticidas) llegando eventualmente a un manto acuifero contaminando así el agua, que puede llegar a nosotros a través de un pozo, balneario, la toma de agua etc.

Las cenizas que quedan también contaminan, además se las puede llevar el aire o el agua a otro sitio (campo de cultivo , jardín , bosques etc.).

Otro problema es que los basureros son criaderos de fauna nociva: cucarachas moscas, ratas, ratones etc., los cuales en exceso crean problemas de salud pues pueden ser transmisores de enfermedades. Hay que considerar que todos los animales forman parte de la cadena alimenticia, lo que no está bien es que existan en exceso.

En los tiraderos se pueden desarrollar muchas enfermedades: malaria, enfermedades gastrointestinales, de la piel, rabia, encefalitis, etc.

Finalmente considerar el desperdicio energético si materiales útiles se depositan en un relleno sanitario o en un tiradero.

Analizar en grupo donde está el tiradero de Jalcomulco

II.- COMO NO GENERAR BASURA.

A. ¿ Qué podemos hacer ? El objetivo de esta parte de la plática es enseñar a las personas cómo desde su casa pueden ayudar a la solución del problema de la contaminación por basura.

Tres R's: REDUCE , REUTILIZA, RECICLA.

1.- Lo primero es **REDUCIR** nuestra producción de basura, esto lo logramos si reducimos el consumo de cosas innecesarias, tóxicas y/o con empaques innecesarios o que no se reciclan.

Como a las mujeres se dirige gran parte de la publicidad, ya que por lo general somos las encargadas del abastecimiento del hogar podemos ser factor de cambio, si nosotras cambiamos nuestros patrones de consumo podemos educar a nuestra familia para que a nuestra casa sólo lleguen artículos que no dañen nuestra salud ni el medio ambiente.

Hay que tratar de cambiar nuestros hábitos de consumo comprando lo que realmente necesitamos. Todo lo que compramos proviene, a final de cuentas , de un recurso natural.

Hay que evitar el uso de sustancias tóxicas en el hogar como:

- 1) Algunos productos de limpieza
- 2) Insecticidas.

¿ COMO SUSTITUIR?

1) Productos de limpieza:

- Se puede usar vinagre para la limpieza de los vidrios, también para trapear o limpiar el excusado.
- El bicarbonato para quitar olores o desmanchar.
- Bórax, vinagre y bicarbonato en vez de blanqueadores o cloro.
- Piedra pómez en polvo.

2) Insecticidas:

- Evitar criaderos de alimañas : piedras encimadas, madera en desorden, jardín sin arreglar.
- No dejar comida.
- Sembrar plantas aromáticas que alejan a algunas insectos. menta, yerbabuena, epazote.
- Sustituir los insecticidas por ácido bórico, cremor tártaro o chile piquín



Así el primer paso para no hacer basura es **REDUCIR** nuestra producción.

¿ Cómo ?

Ejemplos:

- Evitar charolas de unícel.
- Usar las hojas por los dos lados.
- No pedir bolsas de plástico.
- Comprar los refrescos en envases retornables.
- Evitar usar platos y vasos desechables, utilizar los de plástico duro o de cartón gris.
- Reducir la utilización de materiales tóxicos.

Es muy importante evitar el uso de materiales y empaques que no se reciclan (cf. tríptico centro de acopio)

2.- El segundo paso para no hacer basura es **REUTILIZAR**.

¿ Cómo ?

Ejemplos:

- Usar envases de plástico para guardar sobrantes de comida en el refrigerador.
- Hacer trabajos manuales para los niños (Mostrar ejemplos de la canasta).
- Guardar clavos en frascos de vidrio.
- Etc. (Pedir ideas al grupo)

3.- El último recurso es **RECICLAR** :

Reciclar es transformar los materiales de desecho para usarlos otra vez, a un costo menor que cuando se elaboran a partir de los recursos naturales.

Los desperdicios se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los inorgánicos son : el vidrio, papel, cartón, metal y plástico. Explicar como se guardan los desperdicios con ayuda de los diferentes tipos de cajas.

- El vidrio
caja blanca.
- El papel y cartón
caja amarilla
- El metal
caja gris
- El plástico
caja azul
- Varios
caja negra
- Sanitario
caja roja



El papel y el cartón se aplanan, se le quitan las grapas y la cinta adhesiva, a las latas se les quita el papel, se abren por los lados y se comprimen. Esto se hace para ocupar menos espacio en el lugar que se guardan antes de llevarlos al centro de acopio

Las ventajas de reciclar son por ejemplo:

- Por cada tonelada de cartón y papel que se reciben se deja de cortar 10 árboles. Al reciclar el papel se ahorrará un 60% de energía y un 50% de contaminación.
- Una tonelada de vidrio reutilizado varias veces ahorra un 40 % de energía y los gastos de obtención de los componentes (arena sílica, cloruro de potasio, caliza y feldespato).

Los desperdicios que se separan y guardan deben estar limpios para que no se produzcan malos olores y cucarachas etc. Todos estos desperdicios se llevarán a un centro de acopio. Este es un lugar en el que se clasifica una vez mas los desperdicios, según los requerimientos de las industrias recicladoras, a las que después se canalizan para su procesamiento.

Los desperdicios sanitarios y los tóxicos como por ejemplo: los pañales desechables, las servilletas y pañuelos de papel usados, las toallas femeninas, papel sanitario, jeringas, material de curación, pinturas, tintes, etc. se deben de entregar a un lugar para desperdicios no reciclables en donde se les da tratamiento adecuado.

B. QUE ES Y COMO FUNCIONA UN CENTRO DE RECOLECCIÓN QUE COLABORA CON EL CENTRO DE ACOPIO TEXALPAN.

¿que es un centro de recolección ?

Los centros de recolección son lugares a donde un grupo de vecinos de un barrio o colonia, llevan sus desechos limpios y separados, para que se canalice al reciclamiento a través de un centro de acopio.

El centro de acopio se compromete a recogerlos semanalmente y a dar al grupo dos juegos de costales donde guarden clasificados los desechos.

Los grupos que organizan centros de recolección están formados por personas que quieren colaborar con la labor del "Equipo de Promotoras Ambientales de Texalpan" para generar una conciencia ecológica en nuestro municipio y ayudar a evitar la contaminación por basura y el derroche de recursos naturales.

Con estas motivaciones el grupo se organiza y define donde estará el centro de recolección (solo se necesita un espacio techado para tener 8 ó 10 costales donde se clasifiquen los desechos).

¿Cómo funciona?

Proponemos que cada persona que lleve desechos lo ponga en el lugar y hay alguien que solo supervise que los desechos estén limpios y que los clasifique bien, que horario tendrá y como se irán rotando las tareas.

Un grupo organizado en el centro de recolección es un grupo que se interesa y actúa para que todos tengamos un mundo mejor sin contaminación.

III. QUE HACER CON LOS DESPERDICIOS ORGÁNICOS.

C.- Explicación de composta: El objetivo de esta explicación es enseñarles a la gente la manera de transformar una parte de los desperdicios que pueden llegar a ser contaminantes en materia útil, así como también para hacerles ver que con una composta se reduce a una masa del 50% la producción de basura.

¿ Qué es la composta ?

Es el proceso natural por medio del cual la materia orgánica (como el pasto y los restos de comida) se convierten en abono, en tierra. Es una forma de reciclar, es el modo natural de devolver al suelo sus nutrientes.

¿ Por qué hacerlo ?.

Porque así obtenemos fertilizante de muy buena calidad gratis, a partir de los desperdicios orgánicos de la cocina y el jardín.

¿ Cómo hacer la composta ?

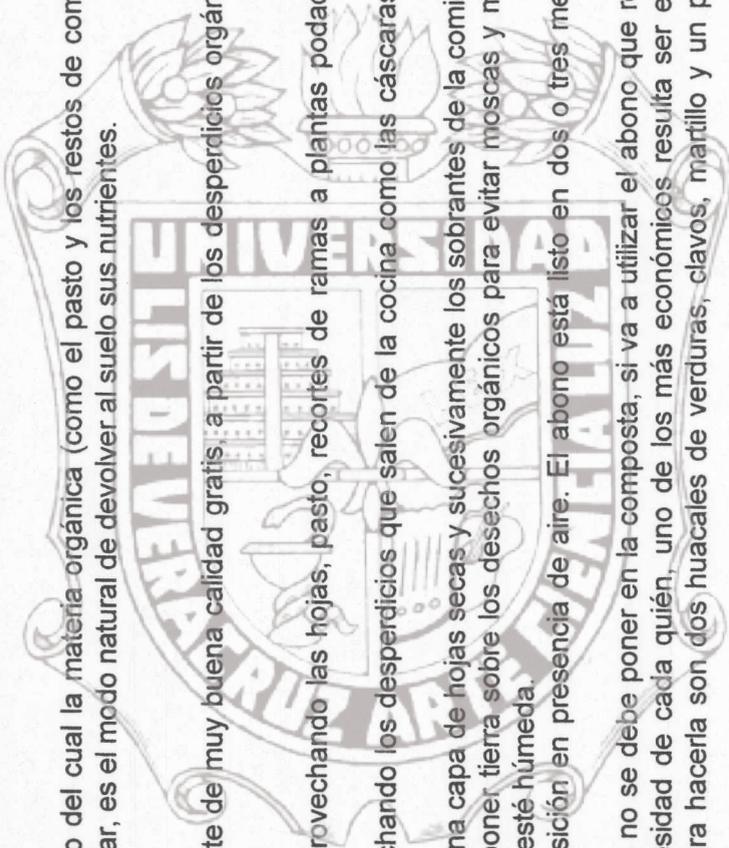
Se puede hacer en el patio aprovechando las hojas, pasto, recortes de ramas a plantas podadas así como materia orgánica de la cocina.

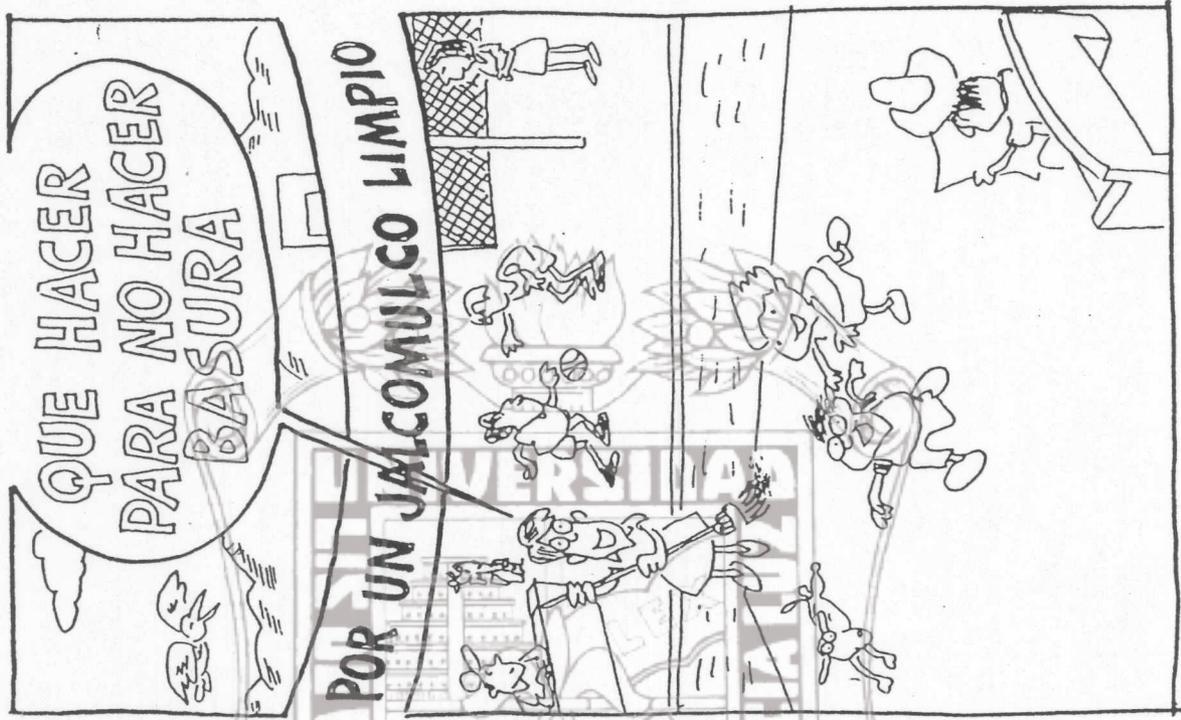
En la compostera vamos a ir echando los desperdicios que salen de la cocina como las cáscaras de la fruta, hojas de jardín, etc.

Primero ponemos hasta abajo una capa de hojas secas y sucesivamente los sobrantes de la comida, plantas y después una capa de tierra. Siempre hay que poner tierra sobre los desechos orgánicos para evitar moscas y malos olores. Se debe revolver periódicamente y procurar que esté húmeda.

Se lleva a cabo una descomposición en presencia de aire. El abono está listo en dos o tres meses dependiendo del tamaño de los desechos.

El excremento de gatos y perros no se debe poner en la composta, si va a utilizar el abono que resulta para hortalizas. Hay diferentes modelos según la necesidad de cada quién, uno de los más económicos resulta ser el que se elabora con huacales de verdura, los materiales para hacerla son dos huacales de verduras, clavos, martillo y un plástico o lámina para tapar.





Instituto de Ingeniería Universidad Veracruzana

Y LA CONTAMINACIÓN NOS TRAE ENFERMEDADES, MALOS OLORES Y PRODUCE GASES TÓXICOS, LO CUAL AFECTA NUESTRA SALUD

¡NO ME DIGAS! PERO NO TE ASUSTES, ESTO PODEMOS SUPERARLO, DANDO LOS TRES PASOS CON "R"

¿REDUCIR QUÉ?

EVITAR TODOS AQUELLOS MATERIALES QUE NO NOS SEAN ÚTILES, POR EJEMPLO: NO USAR TANTAS BOLSAS DE PLÁSTICO CUANDO VAYAMOS DE COMPRAS

¿RECICLAR CÓMO?

USAR LOS MATERIALES UNA Y OTRA VEZ PARA VOLVER A SER UN MISMO PRODUCTO

REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR

¿CUALES SON IGUALES?

¿REUTILIZAR QUÉ?

APROVECHAR LOS DISTINTOS MATERIALES QUE OBTENEMOS DEL MERCADO (BOLSAS) VOLVIÉNDOLAS A UTILIZAR Y NO OCUPAR OTRAS NUEVAS

3

LA CONTAMINACIÓN ES UN PROBLEMA QUE CRECE CADA DIA MAS EN EL MUNDO Y NOSOTROS EN JALCOMULCO PODEMOS HACER MUCHO PARA EVITARLA

¿SABES LO QUE ES LA BASURA?

PERO SI TODOS LOS DIAS SALE MUCHA

¿CÓMO QUÉ?

NO PRODUciendo BASURA

¿CÓMO QUÉ?

POD TODO LO QUE TIRAMOS ¿NO?

LA CONTAMINACIÓN ES UN PROBLEMA QUE CRECE CADA DIA MAS EN EL MUNDO Y NOSOTROS EN JALCOMULCO PODEMOS HACER MUCHO PARA EVITARLA

¿SABES LO QUE ES LA BASURA?

PERO SI TODOS LOS DIAS SALE MUCHA

¿CÓMO QUÉ?

NO PRODUciendo BASURA

¿CÓMO QUÉ?

POD TODO LO QUE TIRAMOS ¿NO?

No, LA BASURA ES: DOS O MAS DESPERDICIOS QUE REVUELTOS ENTRE SI PRODUCEN CONTAMINACIÓN

2

- CONTENIDO
- 1- LA Basura (definición)
 - 2- Los pasos de las tres R
 - 3- ¿Cómo hacer para reciclar?
 - 4- Formas de almacenamiento siguiendo los pasos de las Tres R
 - 5- Ventajas
 - 6- Composta.

PARA ESTO ES NECESARIO QUE NUESTROS DESPERDICIOS SE HAYAN LAVADO. DESPUÉS NECESITAMOS BOTES O HUACALES PARA NO REVOLVER TODOS LOS DESPERDICIOS YA LIMPIOS. CADA HUACAL ESTARÁ PINTADO DE UN COLOR DIFERENTE PARA QUE NO NOS EQUIVOCUEMOS AL GUARDAR LOS DESECHOS

¿Y COMO LE HAREMOS PARA RECYCLAR?

¡AH! YA ENTENDO, LOS PUEDO PINTAR DEL COLOR DE LA COCINA

MIRA NO ES MALA IDEA, PERO EXISTEN YA COLORES QUE CLASIFICAN AL TIPO DE RESIDUO Y ESOS COLORES SON CONOCIDOS YA EN OTROS LUGARES DONDE NO PRODUCEN BASURA

¿Y CUÁLES SON ESOS COLORES?

**PARA VIDRIO = BLANCO
PLÁSTICO = AZUL
LATAS = GRIS
PAPEL = AMARILLO
LO QUE NO SE SABE = NEGRO
MATERIAL PELIGROSO = ROJO**

ENTONCES, ¿ESTO NO ES BASURA?

NO, SON DESECHOS SÓLIDOS

Y LOS DESECHOS SÓLIDOS SON TODOS LOS DESPERDICIOS QUE PRODUCIMOS EN CASA, PERO LIMPIOS Y SEPARADOS PARA REUTILIZARLOS

¿PERO COMO LE HAGO PARA YA NO HACER MÁS BASURA?

¡POR SUPUESTO!

TIENES RAZÓN LA BASURA SE VE MÁS EN LA CASA Y EN LA CALLE, LOS ANIMALES MAL LA TIENEN, HUELE MAL Y LUEGO NI EL GAMBÓN PASA

¿Y PARA QUÉ LIMPIARLOS Y SEPARARLOS?

PARA NO PRODUCIR MÁS BASURA

HECHO ESTO, ALGUNAS COSAS LAS PUEDES REUTILIZAR Y OTRAS MANDARLAS A RECICLAR

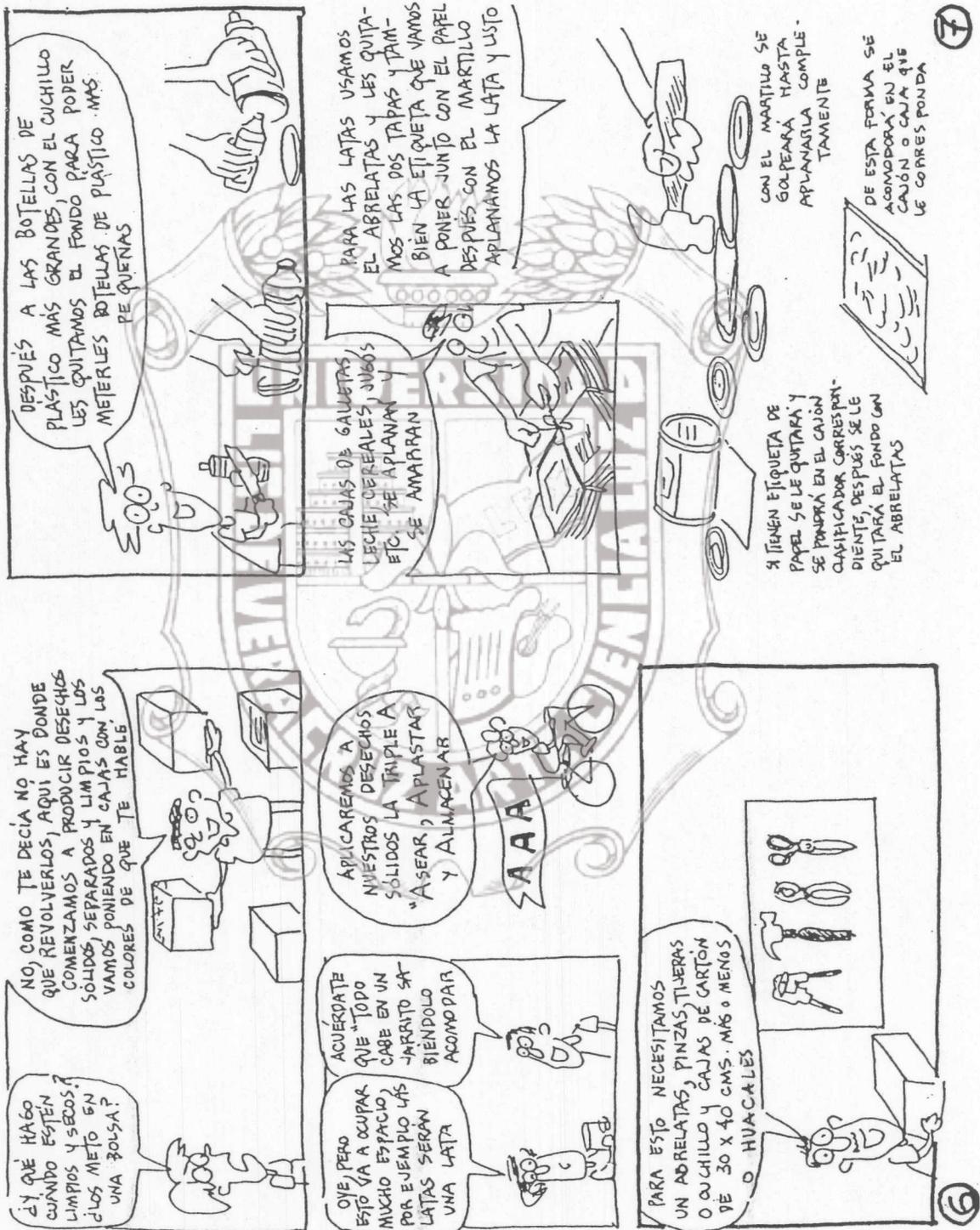
LO PRIMERO ES NO REVOLVER LOS DESCHOS YA LIMPIOS Y DESPUÉS ALMACENAR

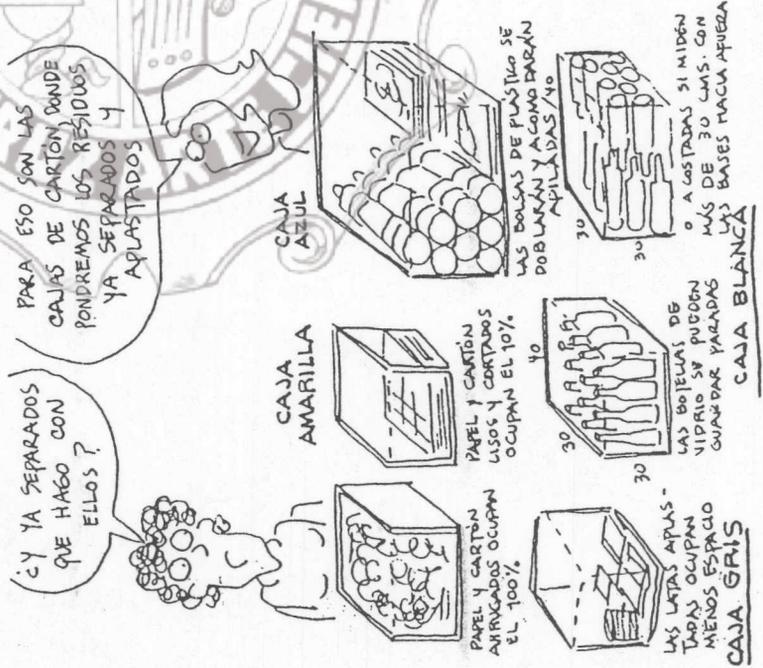
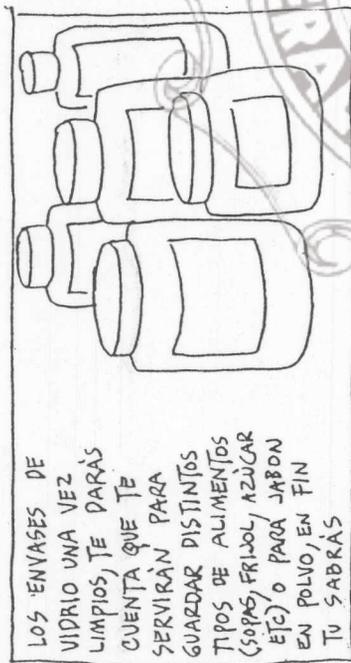
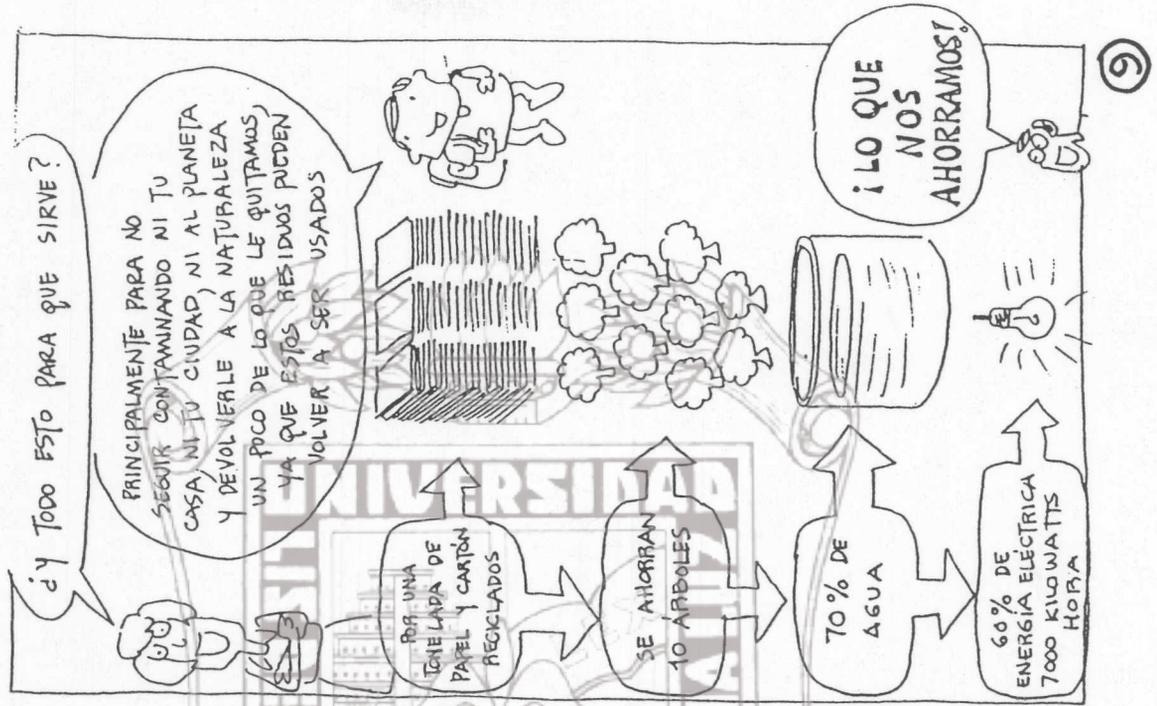
POR EJEMPLO, AL LAVAR TUS TRASTES, PUEDES TAMBIÉN LAVAR LOS ENVASES DE CARTÓN, VIDRIO, PLÁSTICO O LATA Y PONERLOS A SECAR

**PLÁSTICO
METAL
VIDRIO
CARTÓN**

5

4





Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

¿Y yo cómo lo voy a llevar a cada industria?

Pues no estás tú para saberlo ni yo para contarlo, pero en algunas ciudades y pueblos se han creado lugares especiales donde se reciben los residuos sólidos separados y limpios.

ESTOS LUGARES SE LLAMAN CENTROS DE ACOPIO Y AHÍ SE ALMACENAN LOS RESIDUOS HASTA TENER GRANDES CANTIDADES DE CARTÓN, VIDRIO, METAL, ETC PARA DESPUÉS TRANSPORTARLO EN CAMIONES A CADA INDUSTRIA DONDE SON RECICLADOS

10

UN COMPLEMENTO IMPORTANTE PARA NO HACER MÁS BASURA ES EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS DE COCINA

ACÍ TENEMOS DOS SOLUCIONES SENCILLAS: 1- PUEDE SER QUE TENGAS ANIMALES EN TU CASA Y QUE LOS ALIMENTES CON LO QUE SOBRA DE LA COMIDA Y ESO ESTÁ MUY BIEN

PERO SI NO TIENES ANIMALES DOMÉSTICOS COMO GATOS, CERDOS, PERROS, AVES, ETC, PUEDES ELABORAR UNA COMPOSTA.

Y ¿CÓMO SE HACE?

ES EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE NUESTRA CASA PARA CONVERTIRLOS EN ABONO Y DE ESTA MANERA LE DEVOLVEMOS A LA NATURALEZA ALGO DE LO QUE LE QUITAMOS

MUY FÁCIL, TOMAMOS UNAS TABLAS Y HACEMOS UN CAJÓN Y EN ESTE PONEMOS UNA CAPA DE TIERRA, ENCIMA PONEMOS LOS DESPERDICIOS ORGÁNICOS Y ARRIBA DE ESTOS OTRA CAPA DE TIERRA Y LO DEJAMOS HASTA QUE SE DESCOMPONGA PARA CONVERTIRSE EN ABONO

Desperdicios
Tierra

11



PARA MAYOR INFORMACIÓN
DIRIGIRSE AL LABORATORIO
DE EDUCACIÓN AMBIENTAL
DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA
EN LA ZONA UNIVERSITARIA
DE XALAPA

BIBLIOGRAFIA: Deffis Caso A. 1991:
La basura es la solución. Ed. Concefto.

INVESTIGACIÓN
Y REDACCIÓN:
ANTONIO MARURI
KARINA ROMERO

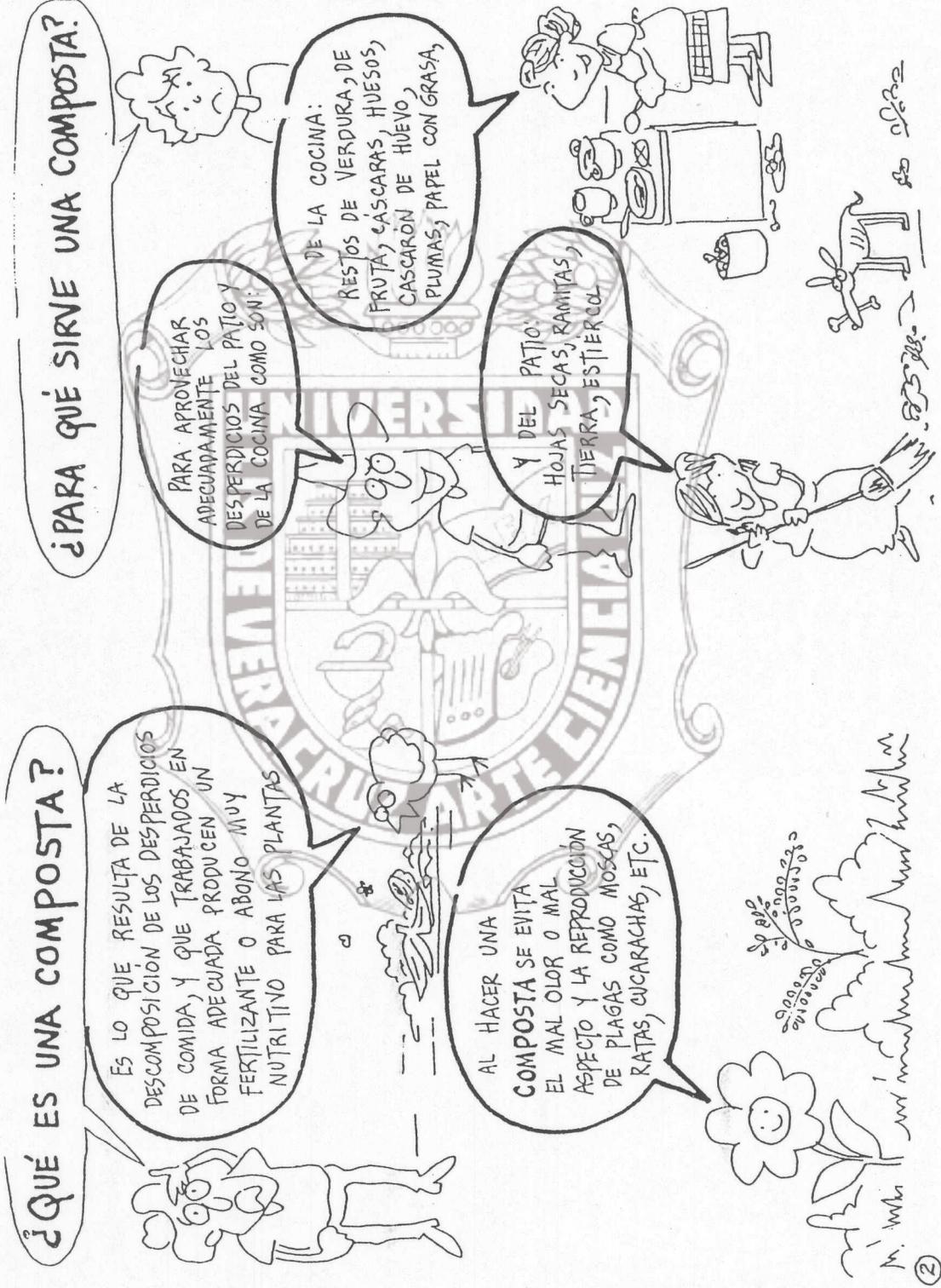
EDICIÓN, DISEÑO
Y CARICATURAS:
ADRIÁN/94

COORDINACIÓN:
CLEMENTINA BARRERA

PROYECTO FOMES
93-31-06(8)
DIR. GRAL. AREA BIOLÓGICO
AGROPECUARIA
FACULTAD DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA







①

②

Instituto de Ingeniería Universidad Veracruzana

¿CÓMO SE HACE UNA COMPOSTERA?

PRIMERO HAY QUE CONSEGUIR 2 REJAS DE VERDURA VACIAS

TAMBIEN SE NECESITAN 10 CLAVOS DE 3 PULGADAS

UN MARTILLO

UN PLASTICO, PODEMOS USAR UNA BOLSA ABIERTA, SI ES NEGRA MEJOR

Y CUATRO TABIQUES O PIEDRAS PLANAS

¿PERO CÓMO SE CONSTRUYE?

A UNA DE LAS REJAS LE QUITAREMOS EL FONDO CON CUIDADO PORQUE VOLVEREMOS A USAR LAS TABLITAS

4

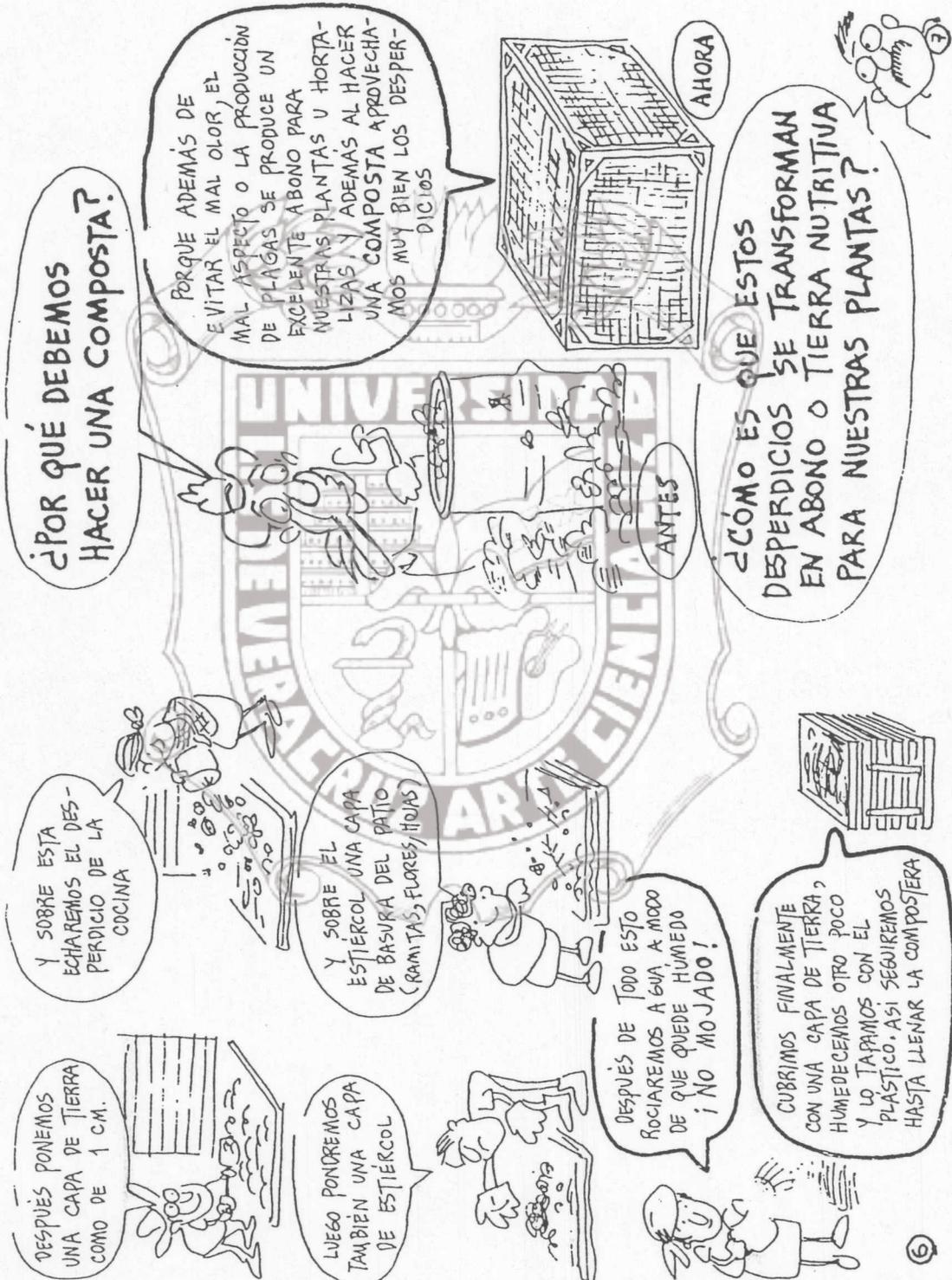
DESPUES PONEMOS LA REJA SIN FONDO SOBRE LA OTRA Y LA S UNIMOS USANDO LAS TABLAS QUE QUITAMOS Y LOS CLAVOS DE 3 PULGADAS

UNA VEZ UNIDAS LAS DOS REJAS, PONEMOS LA CAXA SOBRE LOS LADRILLOS O LAS PIEDRAS. EL PLASTICO NOS VA A SERVIR PARA TAPAR LA CAXA

¿CÓMO SE UTILIZA LA COMPOSTERA?

EN EL FONDO PONDREMOS UNA CAPA QUE PUEDE SER DE CLOTES, HOJAS DE MAIZ O RAMAS GROSAS QUE NOS SERVIRAN PARA PERMITIR EL PASO DEL AIRE

5



DESPUÉS DE ESTO, ESPERAREMOS DE UNO A DOS MESES PARA UTILIZAR NUESTRO ABOÑO

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE UTILIZAR FERTILIZANTE DE COMPOSTA?

- NO QUEMA LAS PLANTAS
- SE PARECE A LA TIERRA DE MONTE QUE ES HÚMEDA Y FÉRTIL
- ES UNA TIERRA SUAVE Y FÁCIL DE LABRAR
- CUANDO LUEVE NO SE HACEN CHARCOS NI LODO
- SUSTITUYE MUY BIEN AL ESTIERCOL PORQUE COMPONE LA TIERRA Y LA ABOÑA
- ADemás ESTÁ LIBRE DE SEMILLAS, LARVAS, HUEVOS DE ASCARIS, ETC.
- ESTA TIERRA ESTÁ HÚMEDA MÁS TIEMPO Y NECESITA MENOS AGUA DE RIEGO O DE LLUVIA
- CONTIENE NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS

ES QUE EXISTEN UNOS PEQUEÑOS ORGANISMOS LLAMADOS MICROBIOS QUE AL ALIMENTARSE DE ESTOS DESPERDICIOS LO TRANSFORMAN EN ABOÑO PARA LAS PLANTAS

QUIENES PARA TRABAJAR MEJOR NECESITAN CALOR Y HUMEDAD

¿CUÁNTOS TIPOS DE COMPOSTA HAY?

- LA DE HOYO O COMPOSTA
- Y LA CAJA O COMPOSTA O COMPOSTERA
- EL MONTÍCULO O COMPOSTA
- TOODAS SON SENCILLAS Y FÁCILES DE TRABAJAR, PERO LA MÁS PRÁCTICA Y ECONÓMICA ES LA CAJA O COMPOSTA O COMPOSTERA

9

¿QUIÉNES PUEDEN HACER UNA COMPOSTERA?

EN EL PARQUE PODEMOS REUNIR TODO LO QUE SE BARRE A DIARIO DE LOS ARBOLES Y PLANTAS, LAS PODAS DEL PASTO Y HASTA LA TIERRA QUE VA SALIENDO, LO MISMO EN LA IGLESIA

¿SON DEL MISMO TAMAÑO TODAS LAS COMPOSTERAS?

SE PUEDEN HACER MÁS GRANDES PORQUE A ESOS LUGARES VA MÁS GENTE, PERO TAMBIÉN PODEMOS COLOCAR MUCHAS PEQUEÑAS

¿QUÉ OTRO LUGAR PODEMOS UTILIZAR UNA COMPOSTERA?

ADemás DE EN LA CASA, PODEMOS HACERLA EN LA ESCUELA, EN EL PARQUE, EN LA IGLESIA, ETC

TODOS PODEMOS FABRICAR UNA, AMAS DE CASA, JÓVENES, NIÑOS, PADRES DE FAMILIA, ETC., POR QUE SON SENCILLAS Y NO NECESITAMOS DE MATERIAL COSTOSO

POX EJEMPLO, EN LA ESCUELA PARA APROVECHAR LOS RESTOS DEL ALMUERZO DE LOS NIÑOS EL PAPEL DE LAS TORTAS, LAS HOJAS DE LOS CUADERNOS Y TODO LO QUE SALE DEL PATIO, COMO HOJAS DE LAS PLANTAS, FLORES, PASTO, ETC. OBTENIENDO DE TODO ESTO, AONO PARA EL JARDIN DE LA ESCUELA

CONTENIDO

- 1- que es una composta
- 2- Para que sirve una composta
- 3- Por que debemos hacer una composta
- 4- Como se hace una composta
- 5- Como se utiliza
- 6- Beneficios de utilizar fertilizante de composta
- 7- En que lugares se pueden utilizar las composteras

BIBLIOGRAFÍA:

Deffis Caso A. 1991: La basura es la solución. Ed. Concepto México, D.F.

OTRAS PUBLICACIONES:

que hacer para no hacer basura
Centro de acopio

Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

PARA CUALQUIER
CONSULTA, DIRIJASE
AL LABORATORIO DE
EDUCACION AMBIENTAL
EN LA FACULTAD DE
BIOLOGIA. LOMAS DEL
ESTADIO SIN, EN LA
CIUDAD DE XALAPA, VER



PROYECTO FOMES 93 31 06 (8)

Coordinadora:
CLEMENTINA BARRERA

Idea y Dialogos:
ANTONIO MARURI
KARINA ROMERO
Caricatura
ADRIAN



DISTRIBUCION GRATUITA,
SI YA LEYO ESTE FOLLETO
REGALELO A OTRA PERSONA
¡NO LO TIRE!

ADRIAN/94

XALAPA, VER, 1994

NO TIREMOS LOS DESECHOS A LA BASURA

MEJOR HAGAMOS UN CENTRO DE ACOPIO

¿QUÉ ES UN CENTRO DE ACOPIO?

ES UN LUGAR CREADO ESPECIALMENTE PARA ALMACENAR POR UN CORTO TIEMPO, DESECHOS SÓLIDOS, LIMPIOS Y SEPARADOS.

¿PARA QUÉ SIRVE EL CENTRO DE ACOPIO?

PARA TENER UN LUGAR A DONDE LLEVAR NUESTROS DESECHOS SÓLIDOS LIMPIOS Y SEPARADOS Y NO SEGUIR CREANDO BASUREROS.

ADemás EN ESE LUGAR SE ENCARGAN DE LLEVAR LOS DESECHOS A LA INDUSTRIA QUE LE CORRESPONDE PARA QUE PUEDAN UTILIZARSE OTRA VEZ O SEA RECICLAR.

¿CÓMO FUNCIONA?

ES UN REQUISITO INDISPENSABLE LLEVAR LOS RESIDUOS LIMPIOS Y SEPARADOS. ESTO EVITA CREAR MOSCOS, CUCARACHAS Y MALOS OLORES.

DEBERÁ HABER UN ADMINISTRADOR RESPONSABLE DEL CENTRO.

EL NUMERO DE PERSONAS QUE ATENDERÁ EL CENTRO DE ACOPIO DEPENDERÁ DE LA CANTIDAD DE TRABAJO QUE TENGA.

SE PUEDEN CREAR SECCIONES DE ALMACENAJE:

- LA DE PAPEL DONDE ALMACENAREMOS CARTA Y PAPEL (APLA, MAPA Y AMARILLO)
- LA DE PLÁSTICO DONDE PONDEREMOS TODOS LOS PLÁSTICOS EN COSTALES (PLÁSTICOS OCUPAMOS MÁS ESPACIO)
- LA DE LATAS AQUÍ PONDEREMOS LAS LATAS APILADAS EN COSTALES

POR UN CALCOMULCO LIMPIO

INVESTIGACIÓN
Y REDACCIÓN:
Antonio Maruri
Karina Romero

COORDINACIÓN:
Clementina Barrera

EDICIÓN,
DISEÑO Y DIBUJO:
ADRIÁN/44

PROYECTO FOMES
93-51-06(8)

DIRECCIÓN GENERAL
ÁREA
BIOLÓGICO AGROPECUARIA

FACULTAD DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

XALAPA 1994

LA NEGOCIACIÓN DE VENTA DE LOS SUBPRODUCIDOS (DESECHOS) SE DEBEN REALIZAR DIRECTAMENTE POR EL ADMINISTRADOR DEL CENTRO DE ACOPIO CON LA PARTICIPACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS VECINOS INTERESADOS

LO QUE RESULTA DE LAS VENTAS PUEDE UTILIZARSE PARA PAGAR AL PERSONAL DEL CENTRO DE ACOPIO Y PARA MEJORAS EN LA COMUNIDAD

BIBLIOGRAFÍA:
DEFFIS CASO A. 1991 "LA BASURA ES LA SOLUCIÓN" EDITORIAL CONCEPTO MEXICO DF

CIPD, ESTUDIOS AMBIENTALES 1977 "HACIA UNA SALUD SIN BASURA" RECLAMAMIENTO URBANO (MANUAL) EP. GEA MEXICO, DF.

LA SECCIÓN DE VIDRIO: CON DOS SUBDIVISIONES

VIDRIO QUEBRADO SE ALMACENA EN TAMBORES DE 200 LITROS. (TODO EL VIDRIO PUEDE VOLTAR SIN IMPORTAR EL COLOR)

VIDRIO ENTERO PODEMOS ALMACENARLO POR COLORES (AMBAR, VERDE, BLANCO ETC)

LOS CENTROS DE ACOPIO SON EL ENLACE ENTRE LA INDUSTRIA QUE COMPRA LOS RESIDUOS Y LA SOCIEDAD QUE LOS PRODUCE

EQUIPAMIENTO PARA EL CENTRO DE ACOPIO

EQUIPO PARA PESAR (BÁSCULA DE 200 KG)

MOBILIARIO DE OFICINA (ESCRITORIO, SILLÓN, SILLAS)

MATERIAL PARA OFICINA (COPIACION DE PAPELERIA)

TODO EN PROPORCIÓN AL TAMAÑO DEL CENTRO DE ACOPIO