

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

PROCESAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS (BASURA) PARA
LA OBTENCION DE LA COMPOSTA COMO REGENERADOR DE SUELOS

T E S I S
Que para obtener el título de
I N G E N I E R O Q U I M I C O
p r e s e n t a n
F E D E R I C O E S P I R I T U S A N T O G O N Z A L E Z
T E O D O R O ALTAMIRANO ISLAS

México, D.F.

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS 1977

LAS _____
ABO M. 76 17
FECHA _____
PROG. _____



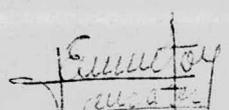
Jurado asignado originalmente según el tema.

PRESIDENTE	CARLOS KOBEH HEDERE
V O C A L	RAMON VILCHIS ZIMBRON
SECRETARIO	HUMBERTO LARIOS VELARDE
1er. SUPLENTE	CARLOS ROMO MEDRANO
2do. SUPLENTE	ENRIQUE FUENTES CAZARES

Lugar donde se desarrolló el tema:

Planta industrializadora de desechos sólidos
del Departamento del Distrito Federal.

SUSTENTANTE



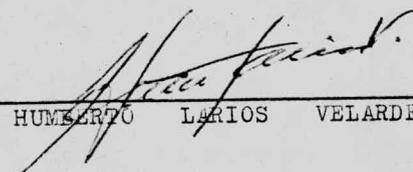
FEDERICO ESPIRITU SANTO GONZALEZ

SUSTENTANTE



TEODORO ALTAMIRANO ISLAS

ASESOR DEL TEMA



HUMBERTO LARIOS VELARDE

RECONOCIMIENTO

Se dedican las presentes líneas para agradecer en conjunto a todas aquellas personas e instituciones, que - directa o indirectamente, colaboraron en la formación de ésta tesis, especialmente al Ing. Humberto Larios - Velarde, Biol. Luis F. García L. y al Depto. de Servicios Urbanos.

Al mismo tiempo hacemos patente nuestro agradecimiento a los profesores de la Fac. de Química, que colaboraron en nuestra formación profesional.

Individualmente hacemos mención en éste trabajo a aquellas personas, que desligadas de nuestra educación escolar, contribuyeron económica, moral y afectivamente a su proposito y a quienes a través del siguiente reconocimiento se les agradece y recuerda con cariño:

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A LUIS GARCIA PEREZ

Y AMIGOS

F E D E R I C O

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

Y AMIGOS

T E O D O R O

INDICE

		Pag.
CAPITULO	I.- Introducción	1
CAPITULO	II.- Objetivos.	3
CAPITULO	III.- Generalidades.	4
	1.- Definiciones de basura.	
	2.- Tipos de basura.	
	3.- Diferentes métodos de recolección de basura.	
	4.- Diseño de rutas de recolección de basura.	
	5.- Recepción y tratamiento de la basura recolectada en el Distrito Federal.	
CAPITULO	IV.- Procedimientos para el tratamiento de basura.	17
CAPITULO	V.- Selección del proceso.	33
	1.- Factores que afectan la selección de los diferentes procesos.	
	2.- Costo inicial y de operación para una instalación de relleno sanitario.	
	3.- Costo de instalación y de operación para una planta de composteo.	
	4.- Consideraciones técnicas y económicas del proceso de composteo.	
	5.- Condiciones de selección del proceso de composteo.	
CAPITULO	VI.- Parte experimental y técnicas empleadas en el composteo.	47
CAPITULO	VII.- Resultados experimentales y discusión	73
CAPITULO	VIII.- Recomendaciones	102
	Bibliografía.	105

CAPITULO I

INTRODUCCION

① En los últimos años se ha agudizado la preocupación acerca de la alarmante velocidad con que se está deteriorando nuestro ambiente, así el aire de las grandes ciudades está contaminado por las emanaciones de los vehículos, fábricas y por los desperdicios domésticos, agrícolas e industriales.

Uno de los mayores problemas de la civilización, está representado por los desechos urbanos, que día a día aumentan en los pueblos y ciudades, estos materiales tienen que recogerse con cierta regularidad y disponer de ellos de un modo sanitario, porque si se acumularan se convertirían en una amenaza para la salud pública. ①

A continuación, se enumeran algunos de los diferentes problemas a que dan origen, en perjuicio de la población, el incremento de los desechos sólidos en la Ciudad de México:

- 1.- La formación de gérmenes patógenos, que pasan con las lluvias a las aguas superficiales del subsuelo ocasionando la contaminación inmediata de las mismas.
- 2.- La contaminación del medio ambiente, por la generación de gases (metano, bióxido de carbono, etc.); - producidos por la prefermentación de la basura acumulada en los lotes baldíos.
- 3.- Producción incesante de malos olores.
- 4.- Proliferación de incendios, por la facilidad de inflamación de los gases acumulados por la basura depositada.

- 5.- Proliferación de roedores, moscas y todo tipo de animales que se alimentán de la basura depositada en los lotes baldíos.
- 6.- Deterioro de la estética de la ciudad.
- 7.- Aumento de problemas de tipo social por la basura que la gente tira por la noche.

En el transcurso del tiempo, se han buscado diferentes soluciones para resolver el problema de los desechos sólidos. Se han utilizado varios métodos, entre los que ocupa un lugar preponderante el de la incineración, pero el inconveniente de este método es de que al aumentar el volumen de ésta, propiciaba la contaminación atmosférica, por lo cual se ha limitado su uso.- Otra medida fué arrojar los desperdicios al mar con la consiguiente contaminación de las playas.

Actualmente se espera lograr el saneamiento ambiental con la transformación de los desechos urbanos en un abono orgánico -- (composta), basandose en el conocimiento de que estos desechos contienen un 50% más o menos del material orgánico.

CAPITULO II

OBJETIVOS

Teniendo en cuenta que la generación y acumulación de los desechos sólidos (basura urbana), en las grandes ciudades representa un grave problema, en el cual deben de participar -- instituciones oficiales, educativas, particulares, etc., para tratar de disminuirlo, en beneficio de la comunidad, que se -- esta viendo seriamente afectada por la contaminación del medio ambiente.

Este estudio pretende aportar -para aligerar tan grave -- problema que aqueja a la sociedad- una solución, que implica - la demostración de que los desechos sólidos industrializados - tienen una aplicación inmediata y futura para el beneficio de toda la humanidad. Considerando necesario la realización de -- está investigación, no tanto por la recuperación económica, si no también por su aplicación y beneficios para el sector campesino y por consecuencia lógica para beneficio de la actual sociudad.

Es de señalarse que este estudio involucrará, una serie - de factores que tienen un papel muy importante en la solución, los cuales se pueden enumerar en económicos, técnicos, humanos, físicos, etc.

CAPITULO III

GENERALIDADES

1. Definiciones de basura.- Las siguientes definiciones estan basadas en el desarrollo de las actividades humanas, que se originan principalmente en todo tipo de zonas urbanas e industriales.
 - a) Basura es todo desperdicio generado en casas habitación, comercio, industria, oficinas, mercados, calles, etc.(1)
 - b) La basura es todo tipo de desechos o desperdicios consecuentes de la realización de las actividades humanas que se desarrollan en la comunidad. (2)
 - c) Basura es cualquier objeto abandonado en la vía pública, incluyendo excrementos de animales. (3)

2. Tipos de basura.- Son los que existen actualmente en la Ciudad de México. (2,4)
 - a) Basura doméstica.- Proviene de las casas habitación y de la ciudad así como del campo, diferenciandose según sea la época del año y las costumbres de cada comunidad. La basura desechada está compuesta principalmente de residuos alimenticios, del aseo, productos de consumo, etc.
 - b) Basura voluminosa.- Proviene de casas y pequeños talleres, esta constituida principalmente de partes de plástico, recipientes, muebles, etc.
 - c) Basura comercial.- Proviene de la pequeña industria y comercios y está compuesta principalmente de desperdicios-

de madera, cajas de cartón, recipientes de plásticos, --
etc.

- d) Basura especial.- Proviene de clínicas, laboratorios, de depósito de desperdicios explosivos, de fábricas de pinturas y está constituida principalmente de aceites quemados, grasas, llantas, etc.
- e) Lodos residuales.- Proviene de la industria de la construcción y su constitución puede ser muy diferente. -

Actualmente en la Ciudad de México, se obtienen de 6,000- a 7,000 toneladas al día de desechos sólidos (basura) con la siguiente composición (tabla uno). Así mismo se presenta la composición de la basura obtenida en los sectores 15, 16 y 17, de la Ciudad de México. (Delegaciones G. A. Madero y Benito - Juárez) (tabla dos).

3. Diferentes métodos de recolección de basura. (1,2,3)

Todos los países del mundo tienen el problema de la eliminación de los desechos sólidos, aún en los países técnicamente industrializados se observa este fenómeno. Nuestro país no escapa a este problema y se ha detectado que un habitante de ranchería produce aproximadamente 0.1 Kg. de basura diarios a diferencia de un habitante de ciudad que genera un promedio de 2.0 Kg. de basura al día. Esto implica que los métodos de recolección son variables en todo el país. - Aquí en la Ciudad de México los métodos utilizados son los que a continuación se mencionan:

TABLA UNO

Composición porcentual de los desechos sólidos de la Ciudad de México.

MATERIALES	%	TON/DIA.
Papel	15.309	918.54
Cartón	4.202	252.12
Vidrio blanco	5.604	338.40
Vidrio ambar	1.522	91.32
Vidrio verde	1.097	65.82
Lata	2.803	168.18
Fierro	0.347	20.82
Papel estaño	0.107	6.42
Material de cocina	49.507	2,970.42
(materia orgánica)		
Plástico (película)	2.718	163.08
Plástico (rígido)	1.085	65.10
Poliestireno expandido	0.030	1.80
Materiales para construcción	1.280	76.80
Hueso	1.293	77.58
Madera	0.801	48.06
Trapo y algodón	4.210	232.60
Cuero	1.023	61.38
Fibras de esclerénquima	0.307	18.42
Envases tetrapak	1.181	70.86
Hule	0.036	2.16

NOTA:

Los tonelajes indicados fueron calculados considerando una generación de 6,000 a 7,000 ton/día de basura en la Ciudad de México.

17-20

TABLA DOS

Composición porcentual de los desechos sólidos de la Ciudad de México en los sectores; 15, 16 y 17 .

MATERIALES	%	TON/DIA.
Papel	9.649	578.94
Cartón	3.869	232.14
Vidrio blanco	3.671	220.26
Vidrio ambar	0.329	19.74
Lata	4.895	293.70
Papel estaño	0.917	55.02
Material de cocina (materia orgánica)	65.450	3,927.00
Plástico (película)	4.339	260.34
Plástico (rígido)	0.480	28.80
Poliestireno expandido	0.023	1.38
Materiales para construcción	1.012	60.72
Hueso	1.393	83.58
Hule espuma	0.244	14.64
Madera	0.207	12.42
Trapo y algodón	1.609	96.54
Fibras de esclerénquima	0.423	25.38
Envases tetrapak	0.451	27.06

NOTA:

Los tonelajes indicados fueron calculados considerando una generación de 6,000 a 7,000 ton/día de basura en la Ciudad de México.

a) PARADAS FIJAS:

El sistema consiste, en que el usuario lleve la basura - hasta un punto determinado de concentración junto con -- los demás vecinos, para ser entregada al camión recolector el cual deberá estar a una distancia de 50 a 100 metros del depositario, la basura puede ser llevada en recipientes de plástico (cubetas), cajas de cartón, o material desechable (bolsas de poliestireno), etc. Este método es el más barato y eficiente en la mayoría de las colonias del Distrito Federal, pero su principal desventaja consiste en que tiene que haber una persona (en el domicilio) atenta para cuando anuncien el paso del camión recolector, pero si por alguna razón el camión falla surge el acumulamiento de basura que excede muchas veces al espacio destinado en los domicilios de los habitantes, por lo que se ve obligado a tirar la basura en el lote baldío más cercano a su domicilio convirtiendolo de inmediato en un vertedero abierto y su acción será -- imitada por la demás gente, ocasionando la contaminación y los factores ya mencionados anteriormente, por lo que es necesario que la Delegación Política más cercana al domicilio del generador, siempre tenga equipo mínimo de reserva para cumplir con las anomalías que se presenten en cualquier sector de la ciudad.

b) METODO DE LLEVAR Y TRAER:

Este método consiste en que un individuo va recolectando la basura casa por casa; él recoge un recipiente de la casa y lo lleva al carrito recolector, para vaciarlo y --

lo regresa a la casa. Este sistema da buen servicio y es económico; en grandes urbes sólo es un servicio auxiliar para la recolección y con la desventaja de consumir gran cantidad de tiempo.

c) METODO DE ACERA:-

Este método es una combinación de los anteriores, pues el usuario saca la basura en la noche hasta la acera o esquina, para que al día siguiente el camión recolector la recoja temprano. Este método origina un problema, como toda la gente deposita la basura en la acera, los perros callejeros la esparcen por toda la calle complicando más la situación para el camión recolector.

d) METODO DE CONTENEDORES:

Este método es el más apropiado para la recolección en los centros suburbanos, mercados, hoteles, oficinas, talleres, etc. Los contenedores pueden ser de 1 a 3 metros cúbicos o de acuerdo al lugar asignado para el depósito de basura, para facilitar la maniobra de descargue hacia el camión recolector.

Este sistema según datos estadísticos resolvería en parte que no existieran basureros clandestinos en zonas sub urbanas.

e) VEHICULOS RECOLECTORES:

Existen diferentes tipos de camiones recolectores en la Ciudad de México y son los siguientes:

- e.1 - Vehículo de carga frontal.
- e.2 - Vehículo de carga lateral tubular.
- e.3 - Vehículo de carga trasera.
- e.4 - Vehículo de combinación de las mismas.

e.1 - Vehículo de carga frontal:

Los camiones de tipo frontal se usan para la carga de contenedores por medio de un sistema mecánico - hidráulico, el cual eleva al contenedor por medio de brazos y es depositado en la parte superior del camión recolector, este tipo de camión es utilizado en forma general, para hacer la recolección de basura depositada en los contenedores o lugares de difícil acceso, o bien para grandes centros de generación.

e.2 - Vehículo de carga lateral tubular:

En la Ciudad de México es el tipo de vehículo utilizado para la recolección de basura por la patente ya establecida en su fabricación.

Este tipo de vehículo produce gran cantidad de enfermedades de tipo contagiosas ya que el depositante o ciudadano tiene la necesidad de subir su recipiente a una altura de 1.80 m. para que un empleado de limpia la deposite en el interior de la tolva recolectora, en ese instante el (o la) ciudadano aspira gran cantidad de microorganismos producidos por la basura ya acumulada dentro de la tolva o simplemente se les resbala el recipiente pro-

-duciendo heridas por lo inadecuado de la operac---
ción; la unidad es operada por el chofer y dos ayu
dantes, los que tienen la obligación de anunciar -
anticipadamente el paso del vehículo por determina
das calles, para que la recolección sea completa--
mente en esa zona. Actualmente se encuentran en --
operación 800 unidades de este tipo, cada una tie-
ne una capacidad promedio de 3 a 4 toneladas.

e.3 - Vehículo de carga trasera:

Los camiones de este tipo son los más prácticos ya
que brindan toda clase de seguridad al usuario, --
pues cuenta con una tolva hidráulica la cual baja-
a una altura de 50 cm. para que sea depositada la-
basura sin que se ocasione ningún accidente. En el
Distrito Federal existen muy pocas unidades de es-
te tipo.

Los camiones recolectores deben tener una capaci--
dad promedio de 12 a 15 m³, así como estar dotados
de un sistema de compactación hidráulica trasera -
para comprimir la basura depositada y así tener ma
yor espacio, para poder recolectar más basura. --
Otra característica es que la unidad debe tener --
chasis reforzado para poder soportar densidades de
550 a 600 Kg./m³.

e.4 - Vehículo de combinación de las mismas:

Para la recolección domiciliaria son utilizados --
los camiones de tipo lateral tubular; en el Distri
to Federal estas unidades propician gran cantidad-

de accidentes y enfermedades contagiosas, así como perdidas de tiempo y esfuerzo considerable.

Siendo la recolección la parte más onerosa del sistema, es de gran importancia el diseño de la misma; dentro de esta colecta existen varios factores importantes que hay que tomar en cuenta y que son los siguientes:

- a. Método usado.
- b. Periodicidad de recolección.
- c. Problemas viales.
- d. Densidad de población.
- e. Tipo de sector.
- f. Otros.

4. DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION DE BASURA. (2,3,5)

Para el diseño de rutas de recolección de basura se ha dividido la ciudad en zonas de alta, media y baja densidad de población, con el objeto de calcular la cantidad total de basura generada en dichas zonas, para efectuar la recolección de basura se ha seleccionado el camión recolector de tipo lateral tubular o hexagonal con un cupo de 3.5 toneladas. Dicha unidad hasta el momento sólo opera un turno dependiendo de la ruta asignada, la unidad efectúa de 2 a 3 viajes en promedio, actualmente existen 494 rutas subdivididas en 23 sectores de limpieza en el Distrito Federal, los --

cuales a su vez estan dentro del perimetro de cada Delegación Política, en la actualidad se cuenta con 800 unidades en servicio y 200 en mantenimiento.

Para efectuar el barrido de las calles, el Distrito Federal tiene asignado 11,000 personas las cuales recorren 1,843 Km diariamente, que integran las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal, en algunas ocasiones son auxiliadas por unidades mecánicas (barredoras 130 unidades) las cuales han sido asignadas para la limpieza de las principales avenidas de la ciudad y operan principalmente en la noche para evitar los problemas viales.

5. RECEPCION Y TRATAMIENTO DE LA BASURA RECOLECTADA EN EL DISTRITO FEDERAL. (2,6,7)

Actualmente en el Distrito Federal existen dos vertederos, así como dos estaciones de transferencia y una planta industrializadora de basura, donde son depositados diariamente de 6,000 a 7,000 toneladas de basura cruda.

VERTEDERO DE SANTA FE:

Este vertedero esta localizado en la Delegación Alvaro Obregón. Su ubicación se localiza en una barranca muy irregular con una profundidad de 30 a 60 metros. Diariamente recibe de 1,200 a 1,800 toneladas de basura.

Los camiones recolectores descargan la basura en lugares específicos al margen de la barranca en donde se encuentran

los pepenadores que recogen el material reciclable como es el vidrio, papel, cartón, chatarra, hueso, etc. Acto seguido la basura restante es empujada por un tractor buldozer hacia la barranca para ir compactando el terreno, impidiendo con esta acción que el proceso de fermentación aeróbica se efectue, en cambio se efectúa el proceso anaeróbico en el material, ocasionando que la basura sufra una putrefacción en forma parcial, por lo cual se genera la producción de gases en el subsuelo del relleno, los cuales salen a la superficie por las partes laterales del vertedero, dichos gases principalmente son metano y bióxido de carbono, el metano al tener contacto con el oxígeno de la atmósfera puede producir constantes incendios debido a las variaciones de temperatura del medio. Para evitar este fenómeno actualmente se van colocando diferentes capas de basura a las cuales se les compacta con otra capa de grava (espesor aproximado de 20 cm.), para que los gases acumulados salgan a la superficie libremente y otro mecanismo es el de colocar una tubería de cemento con perforaciones para que por ahí salgan los gases sin peligro de incendios.

VERTEDERO DE SANTA CRUZ MEYEHUALCO:

Esta localizado en la Delegación Iztapalapa el cual tiene una superficie de 165 hectáreas, creado en un principio para que operara durante 10 años, pero actualmente está próximo a cerrarse pues ya rebasó los límites de recepción lleva en operación continua 20 años, logrando alcanzar una altura de 6 metros arriba del suelo.

Este vertedero recibe diariamente un promedio de 3,000 a -- 3,800 toneladas de basura, la cual antes de que se vacie es pesada, acto seguido es depositada en lugares estrategicos- pero sin ningún orden, según donde se encuentran los pepena- dores, para la recuperación de los productos reciclables. El constante paso de los camiones sobre la basura hace que ésta adquiera una compactación fuerte, lo que acelera la -- fermentación anaeróbica de gases.

ESTACIONES DE TRANSFERENCIA:

A la fecha se cuenta con dos estaciones de transferencia -- una en la colonia Reforma Social, situada en la Delegación- Miguel Hidalgo y la otra en la colonia del Gas, en la Dele- gación Azcapotzalco.

Estas estaciones de transferencia fueron creadas a causa -- del largo recorrido que efectuaban los camiones, desde su - lugar inicial de recolección hasta el vertedero, ocasionan- do con esto perdidas económicas, problemas viales, etc. Es- tas estaciones de transferencia cuentan actualmente con dos camiones receptores cada estación, los camiones son llama- dos unidad de transferencia con una capacidad de 30 - 50 to- neladas y una longitud de 32 metros, los cuales se estacie- nan a un lado de una rampa donde los camiones tubulares lle- gan ahí, depositan la basura en un dispositivo que a su vez lo deposita en el remolque del transfer, el cual está pro- visto de un sistema hidráulico dentro de la caja para com- pactar la basura dando como resultado mayor cupo de la mis- ma, ahorra un desplazamiento de 28 a 30 unidades recolecto-

-ras, ya que el transfer efectua dos viajes al día.

LA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE DESECHOS SOLIDOS:

La descripción de la planta industrializadora se hace en el siguiente capítulo (IV).

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTOS PARA EL TRATAMIENTO DE BASURA.

② En la actualidad se tiene conocimiento de una diversa cantidad de procesos para el tratamiento de los desechos sólidos (basura). Todos estos se utilizan o se han utilizado en los diversos países técnicamente industrializados y la eficiencia de los mismos depende de los recursos empleados en cada país. ② Una breve descripción de estos procesos, se hace utilizando un diagrama de bloques, el cual nos muestra desde el inicio del proceso hasta la última operación de cada proceso. También se presenta un diagrama generalizado del aprovechamiento de los desechos sólidos. (figura uno).

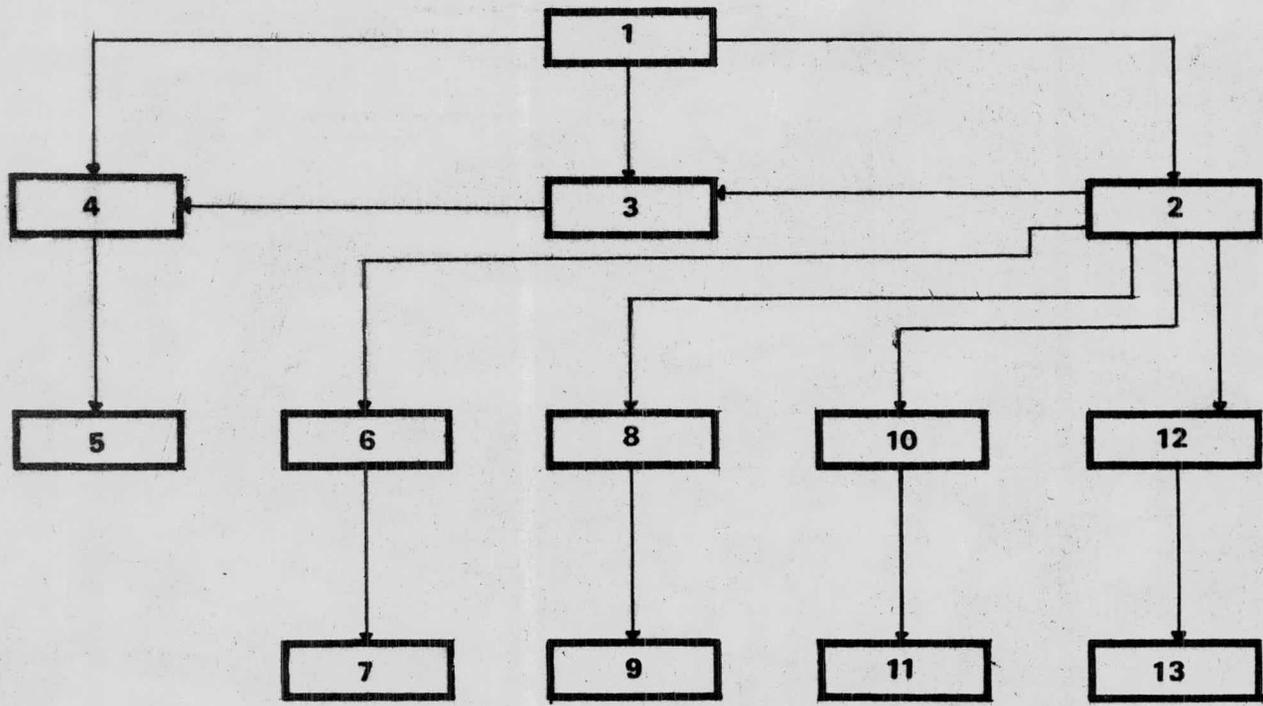
A continuación se enumeran dichos procesos:

1. VERTEDERO ABIERTO: (2,3,6)

Este proceso se describió ampliamente en la sección cinco del capítulo anterior.

2. INCINERACION: (4,5,8,9)

Básicamente este proceso consiste en la combustión controlada para quemar desechos sólidos combustibles, para ser convertidos en gases o vapor de agua y cenizas (figura dos). La incineración se lleva a cabo en uno o más hornos de la capacidad adecuada, en los cuales la combustión



- 1- Recolección
- 2- Selección
- 3- Vertederos abiertos
- 4- Compactación
- 5- Relleno sanitario
- 6- Fermentación
- 7- Composta

- 8- Incineración
- 9- Energía y cenizas
- 10- Pirólisis
- 11- Bases orgánicas y cenizas
- 12- Otros
- 13- Alimentos

FIGURA UNO

-tión ocurre cuando los desechos son expuestos a una atmósfera turbulenta por un período de tiempo crítico y a una temperatura elevada durante el proceso, la humedad se transforma en vapor y la porción de material se evapora y se oxida posteriormente.

Dependiendo de un diseño apropiado y una cuidadosa operación, las ventajas que ofrece este proceso, son la reducción de volumen a que someten los desperdicios alimentados de un 80% a un 90% del volumen original. En instalaciones de más de 500 tons./día se puede utilizar el calor liberado para generar vapor, el cual puede ser utilizado para cualquier tipo de calentamiento en industrias cercanas. La incineración es un método con altos costos de operación, con la desventaja de que se producen humos contaminantes hacia la atmósfera, pero para evitar este problema se pueden instalar a un costo adicional precipitadores electrostáticos o de tipo ciclónico.

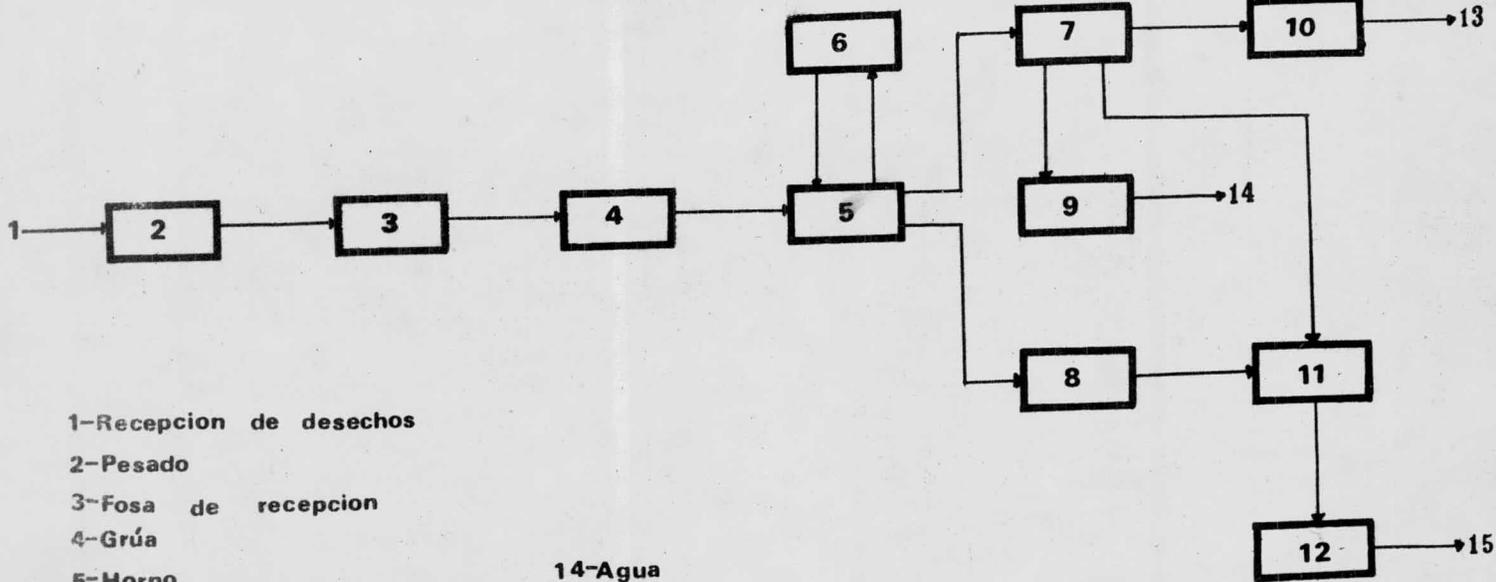
La justificación de este proceso sería la producción de vapor generado.

El costo de incinerar 500 tons./día es de \$ 230,000.00

El costo de incinerar 1 ton./día es de \$ 500.00

3. PIROLISIS: (5,8,10)

Este método recientemente desarrollado por las grandes industrias ha tenido resultados bastante satisfactorios.



- 1-Recepcion de desechos
- 2-Pesado
- 3-Fosa de recepcion
- 4-Grúa
- 5-Horno
- 6-Control e instrumento
- 7-Tratamiento de aire
- 8-Extinguidor
- 9-Tratamiento de agua
- 10-CHimenea
- 11-Transporte
- 12-Disposicion
- 13-Gases

- 14-Agua
- 15-Residuos

ETAPAS

del 1 al 4 - Recepcion y almacenamiento
 5 y 6 - Reduccion de volumen
 del 7 al 15- Manejo de efluentes y tratamiento

FIGURA DOS

DIAGRAMA DE FLUJO
PROCESO DE INCIMERACION
FACULTAD DE QUIMICA

430

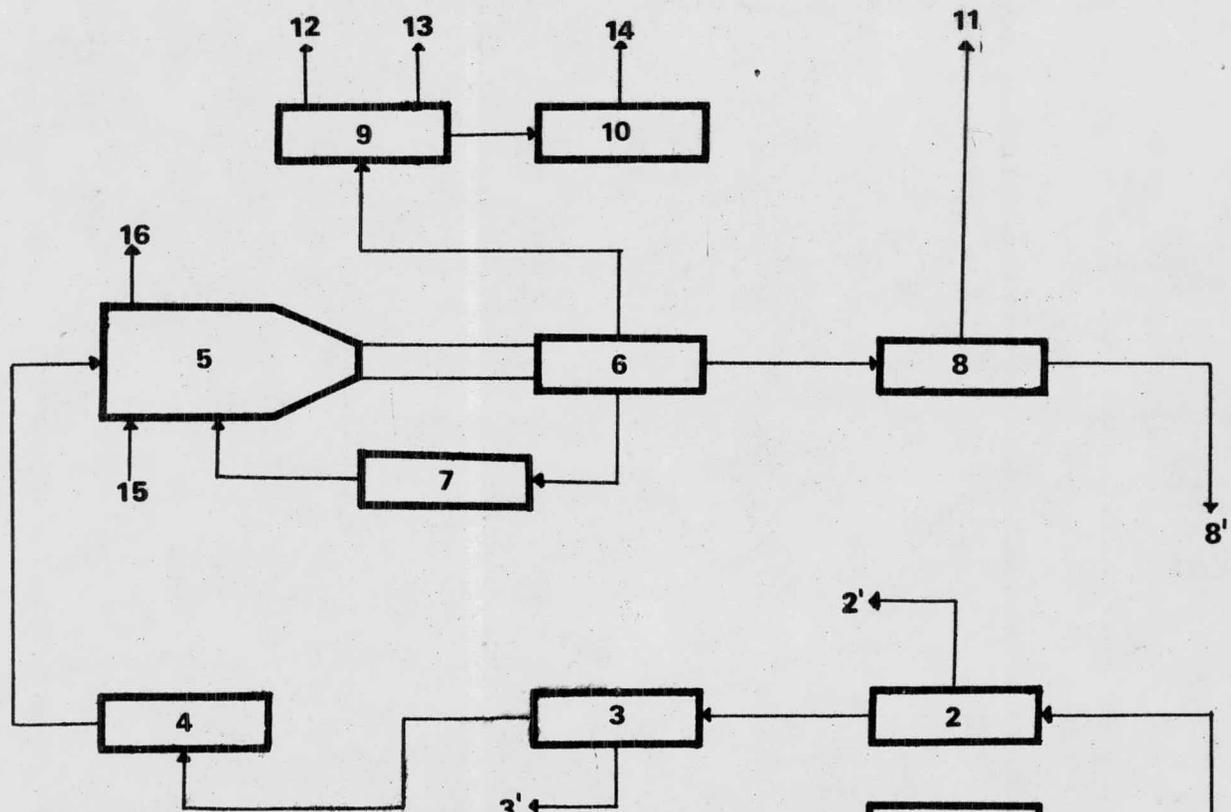
--El método consiste en someter los desechos sólidos a un calentamiento, en un horno rotatorio en ausencia de oxígeno y convertirlos en aceites ligeros, gases combustibles y carbón activado, (figura tres).

Este proceso tiene la ventaja de que reduce al mínimo -- los problemas de contaminación del aire y en plantas que procesan 5,000 tons./día o más, los costos de operación son relativamente bajos, además el sistema proporciona -- su propio combustible y tiene un gran potencial de recuperación de sustancias químicas o en síntesis de gases -- para la manufactura de metano o hidrocarburos mayores. --

El proceso ocasiona altos costos de inversión y operación inicialmente y apenas se encuentra en etapa de adopción en algunos países, el costo de una planta de 500 a 1,000 toneladas es de \$ 50,000,000.00 y el costo por tonelada procesada es de \$ 140.00 a \$ 180.00 .

- 4. RELLENO SANITARIO: (1,2,3,5)

El relleno sanitario es un método que consiste en descargar la basura en superficies disperejas, las cuales posteriormente serán compactadas lo mejor posible por un -- tractor buldozer, a manera de evitar espacios vacios y -- posteriormente se aplica una capa de grava de un espesor de 20 cm. o tierra simplemente, para que en esta forma -- queden formadas celdas de material compactado, esto es -- con el fin de exponer la materia orgánica de la basura a una fermentación anaeróbica, que con el transcurso del --



- 1-Desechos
- 2-Separación de metales
- 3-Separación de no combustibles
- 4-Cribado
- 5-Precalentador
- 6-Horno
- 7-Tratamiento de agua
- 8-Separación de residuos de carbón

- 9-Separación de líquidos
- 10-Tratamiento y secado de gases
- 11-Carbón activado
- 12-Orgánicos
- 13-Aceite combustible liviano
- 14-Gas combustible
- 15-Gas de combustión
- 16-Gases de combustión limpios
- 3' y 8'-Residuos sólidos

DIAGRAMA DE FLUJO
PROCESO DE PIROLISIS
FACULTAD DE QUIMICA

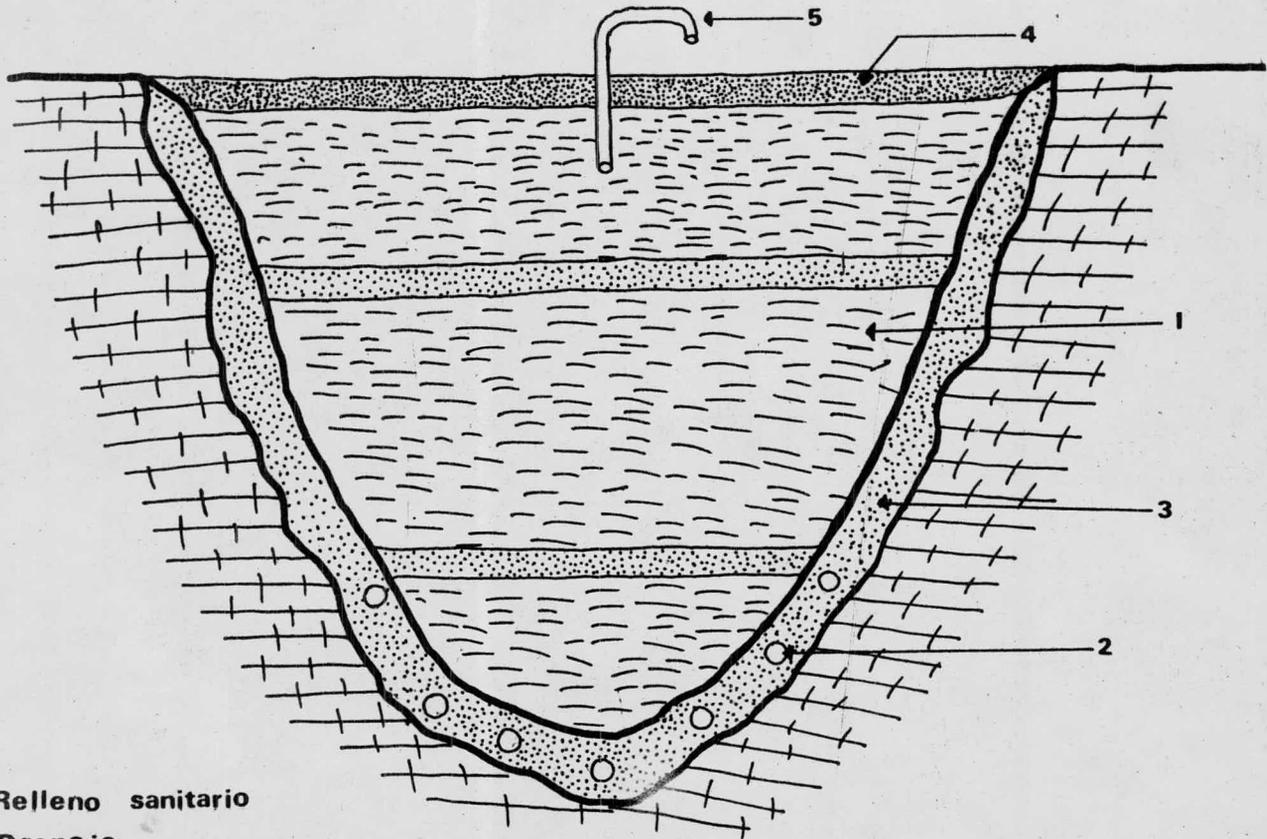
FIGURA TRES

tiempo descomponga la basura acumulada en ese lugar y -- así evitar la alteración de la ecología (figura cuatro). Este método es el más económico de los existentes y el -- más usado en diferentes países, pues tiene la ventaja de que es una forma excelente para elevar la plusvalía de -- los terrenos, ya que pueden utilizarse en zonas de posi- ble desarrollo, sin embargo ocasiona ciertos problemas -- que deben tomarse en cuenta antes de su aplicación, la ba- satura al descomponerse produce ciertos lixiviados (mate- riales orgánicos e inorgánicos en suspensión), los que a su paso producen la contaminación del agua, así como -- acelerar la formación de gases (metano, bióxido de car- bono, etc.), que al quedar atrapados son muy fácil de -- incendiarse y crear más problemas contaminantes, pero -- conociendo la geología e hidráulica del suelo, se esta- blece que el relleno sanitario quede a niveles superio- res de los mantos freáticos, por lo general se instala -- un sistema de drenaje que desaloje los lixiviados, así -- como un sistema de ventilación, para que los gases sean- desalojados hacia el exterior, evitandose así el proble- ma.

El costo es mínimo solo se requiere, un tractor, un ope- rador, dos ayudantes, combustible y material.

③ 5. FABRICACION DE COMPOSTA: (figura cinco) (2,3,4,5,11)

Este método de aprovechamiento de la basura nace de la -- idea que en la basura existen grandes cantidades de mate



- 1-Relleno sanitario
- 2-Drenaje
- 3-Arena
- 4-Cubierta de arcilla
- 5-Ventilación

FIGURA CUATRO

PERFIL DE RELLENO SANITARIO
PROYECTO RELLENO SANITARIO
FACULTAD DE QUIMICA

-ria orgánica la cual puede ser, bajo un tratamiento adecuado, un regenerador de suelos. Dicho tratamiento es lo que conocemos como el composteo, el cual se describe a continuación.

a) El proceso de industrialización de los desechos sólidos se inicia con la entrada de los camiones recolectores a las instalaciones de la planta.

b) Básculas:

Para efecto de control y un suministro de desechos a la planta se cuenta con una caseta equipada con dos básculas, una con capacidad de 30 toneladas y otra para 50 toneladas. Estas básculas también se usan para el control de pesaje de los sub-productos y la composta que se obtenga.

c) Tolvas de recepción:

Una vez pesados los camiones suben a través de una rampa de acceso, que los lleva a las tolvas de recepción, que tienen una capacidad para 250 toneladas cada una, pudiendo descargar en ellas hasta nueve vehículos simultáneamente. Junto a estas tolvas se encuentra una plataforma, donde se depositan los materiales voluminosos previamente separados por el personal encargado de la recepción.

d) Grúa con almeja:

Los desechos depositados en las tolvas de recepción se transportan a las tolvas de alimentación, por me--

-dio de una grúa tipo almeja, sobre el cual corre -- transversalmente un carro, del que se suspende la almeja, el control se realiza indistintamente desde dos cabinas colocadas junto a las tolvas de alimentación.

e) Tolvas de alimentación:

En estas tolvas se depositan los desechos para ini---ciar el proceso y poder alimentar en forma eficiente a los equipos subsecuentes, en el fondo de estas tolvas se encuentra el transportador de tablillas, cuyo uso y funcionamiento se describe en el apartado si---guiente.

f) Transportador de tablillas:

Los desechos son transportados y dosificados desde -- las tolvas de alimentación, por medio de un transportador de tablillas, el cual es movido y controlado -- por un moto-variador a fin de poder regular la cantidad de alimentación, tanto por lo que se refiere a la selección manual, como a la capacidad del molino. Además, la marcha del transportador de tablillas y la -- banda de clasificación regulan automáticamente la carga que lleva el molino, evitándose así congestionar el sistema, por variaciones en la calidad de los desechos. La transmisión de cadena, entre el moto-variador y el transportador, está dotado de un perno de seguridad. Este perno es un dispositivo destinado a evitar sobrecargas, previniendo así que se force el moto-variador, pues en el instante que se rompe dicho perno, se oprime un botón de alarma que avisa el desper-

-fecto, para que se proceda a quitar la sobrecarga, - cambiar el perno y poner en marcha nuevamente esta -- sección del equipo.

g) Banda de clasificación:

Los desechos que bienen del transportador de tabli--- llas caen a través de una tolva, sobre la banda de -- clasificación, en ambos lados de las bandas se encuentra situado el personal que recupera y separa los subproductos. La velocidad esta calculada de tal forma,-- que los clasificadores puedan recoger y separar los - subproductos eficazmente. A lo largo y en ambos lados de las bandas se encuentran ubicadas tolvas de separación, que han sido diseñadas para lograr una separa-- ción eficaz de los materiales recibidos.

Las tolvas de separación desenhocan en bandas trans-- versales, para los siguientes subproductos: papel, vidrio, plástico, trapo y chatarra.

Para subproductos menores tales como; hueso, madera u otros, las tolvas de separación descargan en recipientes o vehículos.

h) Molinos:

Al final de las bandas de clasificación los desechos-- que no fueron retirados y que constituyen casi en su-- totalidad materia orgánica, serán descargados por me-- dio de tolvas a dos molinos de martillo, con el obje-- to de homogenizar su tamaño.

i) Transportador de cadena:

Una vez triturado los desechos, dos transportadores - de cadena, los llevan a la parte superior del edificio de cribado grueso.

j) Alimentador vibratorio:

La materia transportada por el transportador de cadena es traído a este vibrador, cuya función principales desmenuarla y extenderla. Actualmente se dispone de dos vibradores.

k) Separador magnético:

La materia desmenuada pasa por un tambor magnético - el cual separa material ferroso, que cae a una tolva para su posterior disposición, la materia orgánica -- cae en la criba.

l) Criba vibratoria:

La criba vibratoria se destina a la separación de todos aquellos productos que no deben ir con la composta y que han escapado a la clasificación manual, como son: trapo, bolsas de polietileno, pedacería de hule y productos similares. El producto entregado por el alimentador vibratorio se distribuye a lo ancho del tamiz, avanzando paulatinamente por el movimiento de oscilación, de tal forma, que el producto pueda caer por las perforaciones del tamiz, pero no los productos rechazados, los que continúan a todo lo largo de éste.

m) Bandas para materia orgánica triturada:

El material que paso a través de la malla cae sobre esta banda, que desemboca en una tolva y que esta destinada a conducirla al patio de prefermentación; en el extremo de la banda se situa un puente móvil, que lo distribuya formando pilas, en dicho campo.

n) Banda de rechazo:

Esta banda conduce los productos rechazados, provenientes de la criba vibratoria, hacia el área correspondiente.

- CAMPO DE PREFERMENTACION:

En este campo se inicia el proceso de fermentación aeróbica, generandose temperaturas en las pilas de materia orgánica de 65°C, estas temperaturas aceleran la fermentación y eliminan el peligro que representan los microorganismos patógenos, además de la temperatura es importante controlar la relación, carbono/nitrógeno, la humedad, el oxígeno y el pH, para obtener un resultado óptimo del procedimiento. El tiempo promedio de permanencia de la pila de desechos en este campo es de una semana. -

CAMPO DE FERMENTACION:

Por medio de un trascabo, la materia orgánica se tras

planta industrializadora de desechos solidos

diagrama de flujo del proceso principal
de la planta industrializadora de desechos solidos
proyecto obtencion de la composta

FACULTAD DE QUIMICA

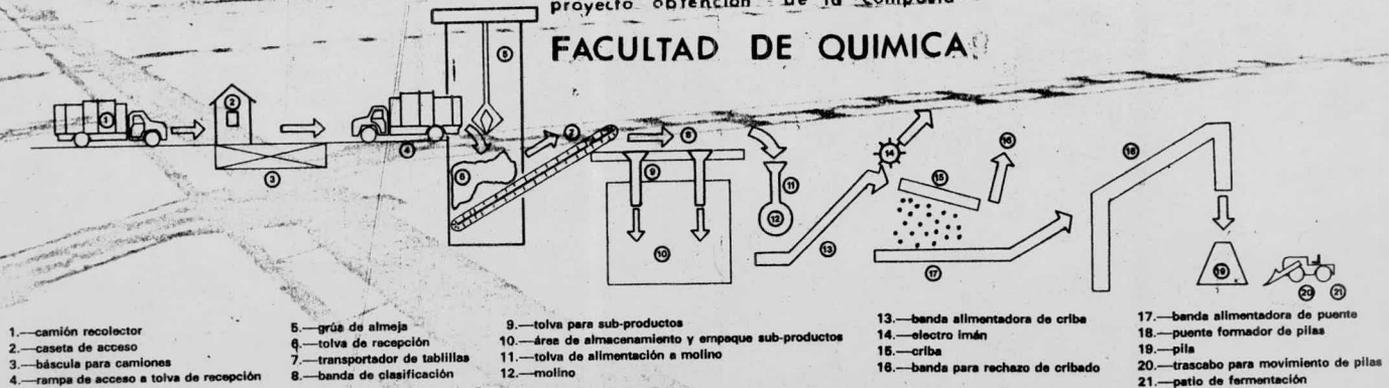


FIGURA CINCO

-lada del campo de prefermentación al de fermentación con el objeto de oxigenarla, esta etapa es de suma importancia. el control de humedad, incluso se le agrega agua controlando la temperatura, la duración de la pila de desechos en este campo es de seis semanas.

CAMPO DE MADURACION:

Después de la fermentación la basura se traslada por medio de un trascabo a los campos de maduración, en donde después de dos meses, completa su ciclo de de--gradación total. Durante este tiempo a cada pila se --le controla regularmente la temperatura, humedad, pH, oxígeno y la relación carbono/nitrógeno, una vez de--gradada la materia orgánica técnicamente recibe el --nombre de composta.

-- MOLIENDA FINA:

La composta será tan fina como lo requiera su aplicación, para ello se pasa a través de un molino y luego se criba con una malla hasta de 3mm. de diámetro. La composta se esta utilizando principalmente como regenerador de suelos, para obtener un mejor rendimiento en la agricultura.

Los procesos de composteo se pueden efectuar por me--dio de los siguientes métodos, conocidos comercialmente como:

- 1) Método de pila.
- 2) Método de camellón.
- 3) Otros métodos.

CAPITULO V

SELECCION DEL PROCESO: (2,3,6,12)

Analizando los diferentes procesos básicos y sus posibles combinaciones para tratar los desechos urbanos, existen dos al ternativas técnicas adecuadas, que pueden solucionar de manera efectiva la disposición final de la basura en la Ciudad de Mé- xico.

- A) EL RELLENO SANITARIO.
- B) LA FABRICACION DE COMPOSTA.

A) EL RELLENO SANITARIO:

Ocasiona baja inversión inicial, ya que esta fijada ex clusivamente a equipo móvil y terreno, este último pue de ser propiedad del gobierno, por lo que el proceso - resulta altamente económico.

B) LA FABRICACION DE COMPOSTA:

El proceso requiere de mayor inversión inicial, la po- sibilidad de obtener utilidades por la cantidad de sub productos recuperables, así como el producto final, -- otra ventaja es de que el proceso no ocasiona gran con taminación atmosférica.

Las desventajas que tienen los procesos de pirólisis e incineración son las siguientes:

- a. En el proceso de pirólisis, que actualmente se encuentra en etapa de experimentación, se han obtenido excelentes resultados en países técnicamente industrializados, por lo que países en desarrollo no tienen ninguna garantía, además que es muy costosa la instalación.
- b. En el proceso de incineración, no se podría aplicar a la Ciudad de México por la cantidad de basura producida y el alto costo que tendría incinerarla ya que aproximadamente 1,000 toneladas costarían \$ 500,000.00 y se requiere de una mano de obra altamente especializada que es muy cara aunandola a la escases de combustible y el riesgo de aumentar la contaminación atmosférica, lo hacen incosteable.

Costo de disposición en un tiradero en la Ciudad de México \$ 31.40 por tonelada.

Costo de disposición en un relleno sanitario en la Ciudad de México es de \$ 57.56 por tonelada.

Costo de operación en la planta de desechos sólidos es de \$ 314.18 por tonelada.

Costo de recolección, transporte y disposición en la Ciudad de México es de \$ 291.06 por tonelada.

1. FACTORES QUE AFECTAN LA SELECCION DE LOS DIFERENTES PROCESOS. (2,3,8)

- a) Población actual y futura.
- b) Area y distribución de la población.
- c) Capacidad de basura producida actualmente y futura.
- d) Características de los desechos.
- e) Métodos actuales.
- f) Costos.
- g) Localización del terreno para relleno sanitario.
- h) Viabilidad.
- i) Condiciones climatológicas.
- j) Hidrología.
- k) Localización de la planta acondicionada a los costos de recolección y servicios disponibles.
- l) Localización de mercados de subproductos y composta.
- m) Método de composteo y equipo adaptado según costos.
- n) Análisis de mercado de la composta y subproductos que -
garanticen la inversión inicial.
- o) Programa de información pública.

2. COSTOS DE INSTALACION PARA RELLENO SANITARIO. (7,13)

Camino de acceso	\$	400,000.00
Preparación de sitio	\$	70,000.00
Obras de drenaje	\$	50,000.00
Construcción de bardas	\$	65,000.00
Báscula de 30 toneladas	\$	200,000.00
Equipo móvil	\$	1,300,000.00

TOTAL \$ 2,085,000.00

La vida útil estimada del tiradero (vertedero abierto) - es de 10 a 15 años, por lo que la inversión inicial se deprecia a los 5 años, por lo tanto la depreciación anual será

$$= \frac{\$ 2,085,000.00}{5} = \$ 417,000.00$$

COSTOS DE OPERACION ANUAL PARA RELLENO SANITARIO.

1 Tractorista trascabo	\$ 48,000.00
3 Peones	\$ 91,000.00
1 Pesador	\$ 36,000.00
Reparación y mantenimiento más 50% de la depreciación	\$ 130,000.00
Combustibles y aceites	\$ 40,000.00
Prestaciones al personal	\$ 52,978.00
TOTAL	\$ 397,978.00

3. COSTOS DE INSTALACION Y DE OPERACION PARA UNA PLANTA DE ---
COMPOSTEO. (2,7,13)

	Inv. Inicial	Depreciación	Amortización
Maquinaria....	\$ 35,000,000.00	10 años	
Equipo móvil..	\$ 487,200.00	5 años	
Obra civil....	\$ 26,460,000.00	20 años	\$ 1,323,000.00
Accesorios....	\$ 500,000.00	20 años	
TOTAL	\$ 62,447,200.00	TOTAL	\$ 1,323,000.00

COSTOS DE OPERACION:

Básicamente el costo se divide en gastos de personal y gastos varios que incluyen, mantenimiento general.

E G R E S O S

PERSONAL DIRECTO DE PRODUCCION

	Nº de personas para dos turnos	Egresos anual
1 - Operador Especialista	13	\$ 531,330.80
2 - Peones	180	\$ 5,277,888.00
3 - Supervisor	9	\$ 367,844.40
4 - Taquígrafo	5	\$ 217,679.00
5 - Supervisor Especial	7	\$ 441,980.00
6 - Asesor Técnico	3	\$ 287,364.00
7 - Operador Esp. de Maq. Pesada	10	\$ 399,475.00
8 - Jefe de Choferes	15	\$ 516,054.00
9 - Jefe de Mecánicos	4	\$ 154,246.00
10- Maestro Mecánico	7	\$ 227,889.20
11- Electricista	4	\$ 154,246.00
12- Jefe de Taller Mecánico	3	\$ 130,607.40
13- Jefe de Laboratorio	4	\$ 188,557.60
14- Ayudante de Laboratorio	2	\$ 58,647.20
15- Jefe de Oficina	1	\$ 63,140.00
16- Sub-Jefe de Oficina	1	\$ 38,551.00
17- Jefe de Contadores	3	\$ 141,418.20
18- Almacenista	2	\$ 77,123.20
19- Enfermera Titulada	4	\$ 174,143.20
20- Jefe de Vigilantes	12	\$ 390,667.20
21- Jardinero Especialista	1	\$ 38,561.60
22- Peluquero	1	\$ 30,861.60

TOTAL 291 TOTAL \$ 9,908,274.60

SEGURIDAD SOCIAL Y SEGURO COLECTIVO

I.S.S.S.T.E. FONDO DE PENSIONES	\$ 594,497.00
I.S.S.S.T.E. ENFERMEDADES NO PROFESIONALES	\$ 198,165.00
CAJA DE AHORRO	\$ 396,331.00
SEGURO COLECTIVO	\$ 292,107.00
SEGURO VOLUNTARIO	\$ 118,900.00
	<hr/>
EGRESO DEL TRAB./Anual	\$1600,000.00

VESTUARIO Y EQUIPO DE PROTECCION

CONCEPTO:	CANTIDAD	\$/UNIDAD	\$ TOTAL
1) Overoles	600	\$ 98.00	\$ 58,800.00
2) Cascos	150	\$ 40.00	\$ 6,000.00
3) Mascarillas	150	\$ 33.00	\$ 4,950.00
4) Repuestos para			
Mascarillas	6,000 Pzas.	\$ 0.50	\$ 3,000.00
5) Lentes	150	\$ 11.50	\$ 1,725.00
6) Batas	40	\$ 86.00	\$ 3,440.00
7) Guantes			
Latex Standar	250	\$ 4.50-	\$ 1,125.00
Carnaza	600	\$ 12.50	\$ 7,200.00
8) Botas	160	\$ 118.65	\$ 18,984.00
Mujer	10	\$ 85.00	\$ 850.00
9) Impermeable	150	\$ 22.00	\$ 3,300.00
			<hr/>
		TOTAL	\$ 109,374.00

COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

GASOLINA

VEHICULO N°/UNIDAD DOTACION TURNOS/DIA TOTAL/DIA TOTAL LITROS

1) Camiones	8	40 lts./turn.	2	80 lts./día	640 lts.
2) Automoviles					
a) V.W.	2	15 lts./día	-	15 lts./día	30 lts.
b) Ford	1	40 lts./día	-	40 lts./día	40 lts.
3) Camionetas	2	30 lts./día	-	30 lts./día	60 lts.
4) Extras	2	45 lts./día	-	45 lts./día	90 lts.

TOTAL 860 lts.

Total Día ----- 860 Lts.

Total Mes ----- 25,800 Lts.

Total Año ----- 309,600 Lts.

COSTOS:

Precio de gasolina = \$ 2.80 litro

\$ 2.80 x 309,600 = \$ 866,880.00 por año

DIESEL=

Total Día ----- 200 Lts.

Total Mes ----- 2,000 Lts.

Total Año ----- 24,000 Lts.

COSTOS:

Precio por litro de DIESEL \$ 0.55

\$ 0.55 x 24,000 = \$ 13,200.00 por año

COSTO TOTAL ANUAL DE COMBUSTIBLE:

Costo total anual de gasolina ----- \$ 866,880.00

Costo total anual de diesel ----- \$ 13,200.00

TOTAL \$ 880,080.00 por año

ESTADO DE EGRESOS

MANTENIMIENTO

Areas Verdes:	Mes	Anual
Herramientas	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Agua tratada	\$ 1,800.00	\$ 21,600.00
Planta de ornato	\$ 1,500.00	\$ 18,000.00
Fumigante	\$ 400.00	\$ 4,800.00
	<hr/>	<hr/>
Sub-total	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00
Gastos varios	\$ 5,265.00	\$ 62,180.00
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	\$ 9,265.00	TOTAL \$110,180.00

Maquinaria y equipo de la planta de producción:

	MES	ANUAL
1) Refacciones para Maq. y Equipo	\$ 109,320.00	\$ 1,311,840.00
2) Herramientas	\$ 12,320.00	\$ 155,160.00
3) Material eléctrico	\$ 3,500.00	\$ 42,000.00
4) Soldadura	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
5) Oxígeno y acetileno	\$ 500.00	\$ 6,000.00
6) Material para embalaje de los subproductos	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
	<hr/>	<hr/>
SUB-TOTAL	\$ 133,140.00	\$ 1,605,000.00

OFICINAS GENERALES	ANUAL
Maquinaria y equipo	\$ 1,605,000.00
Oficinas y servicios H.	\$ 63,180.00
Areas verdes	\$ 48,000.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 1,716,180.00

ESTADO DE EGRESOS TOTAL

Sueldo y salarios del personal	\$ 9,908,283.00
Aportación para vivienda I.S.S.S.T.E.(5%)	\$ 495,414.00
Vestuario y equipo de protección	\$ 109,374.00
Combustibles y lubricantes	\$ 880,080.00
Mantenimiento	\$ 1,716,180.00
Energía eléctrica	\$ 1,000,000.00
Depreciación de equipo y maquinaria	\$ 1,196,967.00
Amortización de obra civil	\$ 1,323,000.00
Agua	\$ 50,400.00
Varios (15% op.)	\$ 500,000.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 17,179,698.00

Consideraciones:

- 1) Se trabaja 360 días al año.
- 2) Tomando como base 500 tons./día de basura.

Costo de operación:

$$\text{\$ } 17,179,698.00 \text{ anual} + 360 \text{ días} = \text{\$ } 47,721.38$$

Costo de operación diario por tonelada:

$$\text{\$ } 47,721.38 + 500 = \text{\$ } 95.45$$

1) Servicios humanos	\\$ 2,400.00
2) Laboratorio	\\$ 3,200.00
3) Teléfono	\\$ 24,000.00

TOTAL \\$ 29,600.00 al mes

Ingresos esperados por la venta de composta.

Producción	Precio por tonelada	Ingresos/día
250 tons./día	\\$ 500.00	\\$ 125,000.00

Considerando que se opera 360 días anualmente

$$360 \times \text{\$ } 125,000.00 = \text{\$ } 45,000,000.00$$

Otros ingresos por la venta de los subproductos se mencionan en la tabla tres.

TABLA TRES

ESTADO DE INGRESOS POR LA VENTA DE SUB-PRODUCTOS.

Concepto	Base 500 tons.	tons/día	Precio por kilogramo	Ingreso/día
Papel	6.5 %	32.5	\$ 0.30	\$ 9,750.00
Cartón	1.0	5.0	\$ 0.20	\$ 1,000.00
Vidrio blanco	2.5	12.0	\$ 0.23	\$ 2,875.00
Vidrio de color	2.0	10.0	\$ 0.13	\$ 1,300.00
Lata	2.7	13.0	\$ 0.35	\$ 4,725.00
Plástico rígido	0.5	2.5	\$ 1.10	\$ 2,750.00
Plástico película	0.4	2.0	\$ 0.50	\$ 1,000.00
Hueso	0.1	0.5	\$ 0.90	\$ 450.00
Trapo	1.0	5.0	\$ 0.35	\$ 1,750.00

Considerando que se trabaja 360 días al año
 Ingreso Total anual de sub-productos = \$9,216,000.00

(*)

BALANCE TOTAL DE INGRESOS Y EGRESOS.

Ingreso neto esperado por la venta de composta..	\$ 45,000,000.00
Ingreso neto esperado por la venta de los subproductos	\$ 9,216,000.00
	<hr/>
INGRESOS TOTALES	\$ 54,216,000.00
EGRESOS TOTALES	- \$ 17,179,698.00
	<hr/>
UTILIDAD BRUTA	\$ 37,036,302.00

PORCENTAJE DE UTILIDAD = $\frac{\$ 37,036,302.00}{\$ 17,179,698.00} = 2.155817 \times 100\%$

UTILIDAD ANUAL = 215.58 %

La utilidad teórica anteriormente mencionada es esperada - en caso que el producto total (composta y subproductos), sean vendidos oportunamente en su totalidad.

(*)

4. CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS DEL PROCESO DE COMPOSTEO. (5,8,14)

- a) Método eficiente de manejo y movimiento de materiales.

- b) Período del costo de la transformación.
- c) Proceso continuo = Eliminación de operaciones intermedias de almacenamiento.
- d) Población actual y futura.
- e) Temperatura ambiente media máxima.
- f) Capacidad de basura producida.
- g) Producción doméstica.
- h) Producción de mercados.
- i) Producción en barrios y calles.
- j) Composición de la basura (cuarteo).
- k) Calidad de abono.
- l) Análisis químico.
- m) Propiedades biológicas.

5. CONDICIONES DE SELECCION DEL PROCESO DE COMPOSTEO. (2,8)

- a) Evitar la propagación de la contaminación atmosférica.
- b) Obtención de un producto aprovechable para la regeneración de todo tipo de suelos.
- c) Crear un sistema de fuente de trabajo para los pepenadores.
- d) Reducción económica del largo recorrido que efectúan los camiones recolectores.
- e) Reducción de problemas viales.
- f) Obtención de ingresos por la venta de producto (composta) y subproductos.
- g) Factores ya mencionados.

Al mismo tiempo la Subsecretaría del Mejoramiento Ambiental, -
GUANOMEX y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos,
han colaborado en el asesoramiento técnico para las futuras --
instalaciones de plantas industrializadoras, con la finalidad-
de la obtención de composta, en diferentes estados de la Repú-
blica con el fin de disminuir el avance de la alteración de la
Ecología, que sea creado en los vertederos abiertos, cuyo ori-
gen es por el descuido de la humanidad. Con esto se puede dar-
una aplicación inmediata que venga a resolver actualmente el -
alto costo de los abonos químicos y a la vez disminuir el avan-
ce de la contaminación. También una consecuencia será la de la
regeneración de suelos con la aplicación de composta lo cual -
lleva a obtener un beneficio económico y técnico para el agri-
cultor en general de la República Mexicana. (5)

CAPITULO VI

PARTE EXPERIMENTAL Y TECNICAS EMPLEADAS EN EL COMPOSTEO.

Todos los análisis efectuados en el laboratorio, son necesarios, para saber la composición de las muestras y poder tener un control de los procesos llevados a cabo.

COMPOSTA.- definición (1,2,3,12)

El composteo es un proceso biológico, para convertir desechos sólidos en un producto estable, cuyo principal uso es como acondicionador de suelos. Se ha establecido al composteo, como una descomposición biológica de los constituyentes orgánicos de los desechos, bajo condiciones controladas. (6)

En nuestro caso obtendremos a la composta por el método de pilas, mediante el proceso normal.

En el método de pilas se lleva el material de los molinos a un patio de fermentación, por medio de bandas transportadoras y es descargado mediante un puente móvil.

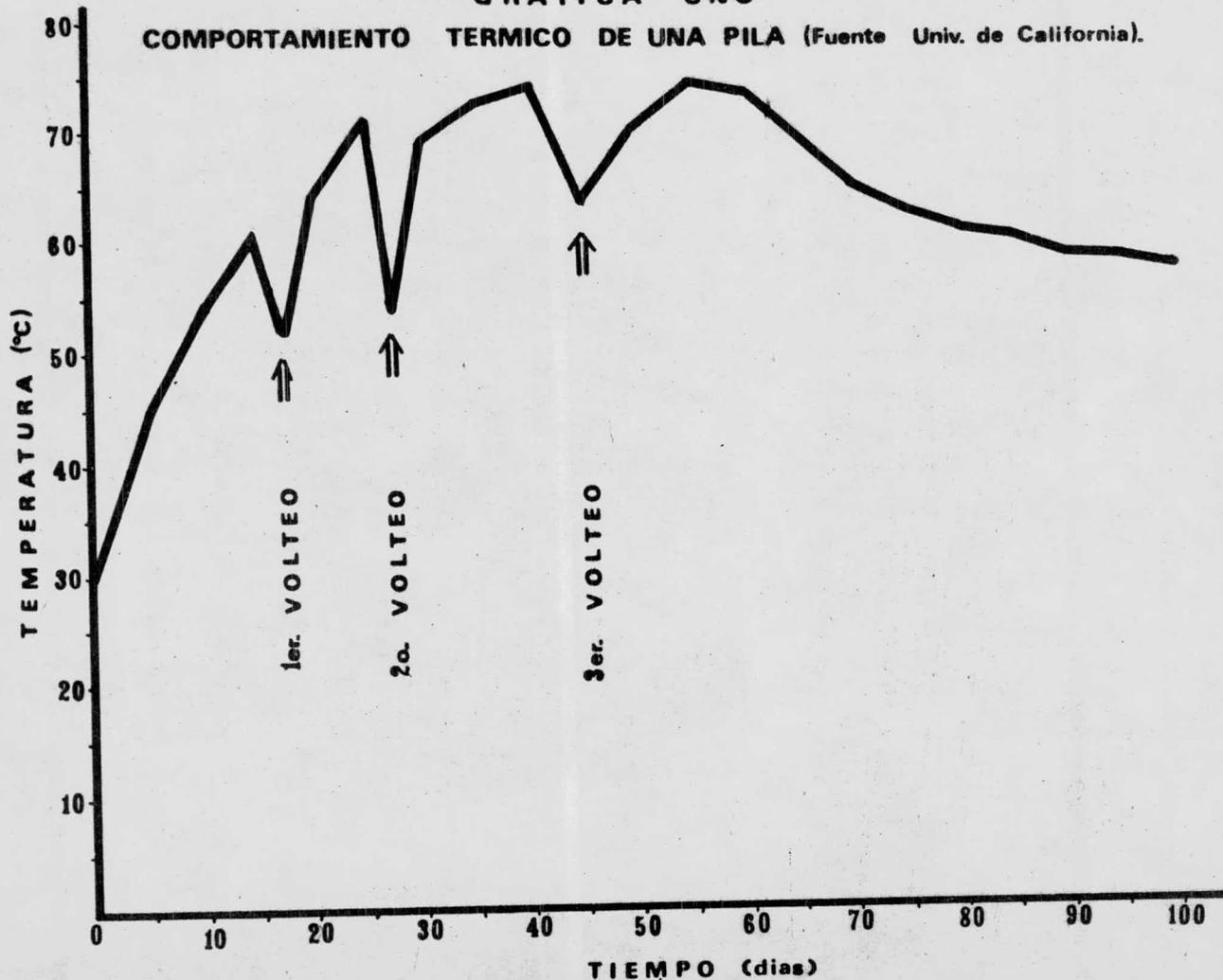
El proceso normal es considerado como lento, porque para transformar los desechos sólidos en composta, se requiere un promedio de 16 semanas, período que se efectuará la pre-fermentación, fermentación y maduración, durante los cuales se llevará un control, que consistirá en tomar muestras cada 7 días, determinándole su temperatura y humedad; efectuándose en los primeros 14 días dos riegos y volteos, si---

-multaneamente, posteriormente cada 14 días se efectuará un riego y volteo, simultaneos, hasta acompletar las 16 semanas (gráfica uno).

El proceso normal se efectua mediante una fermentación aeró**u**bica. (Dicho proceso se realizo experimentalmente. Ver resultados en el capítulo siete).

La fermentación aeróbica de los desechos sólidos, es un proceso exotérmico, debido a la presencia y actividad de microorganismos, ya que constituyen un compuesto orgánico-mine**r**al sumamente complejo, que contiene una gran variedad de gérmenes vivos y todas las sustancias necesarias para su alimentación y crecimiento. Los desechos sólidos contienen una gran cantidad de bacterias, hongos, protozoas, así como larvas y huevecillos de parásitos, cuya destrucción se persigue. En general este proceso, es del tipo auto-fermentación, acompañado de reacciones químicas y biológicas que son sumamente complicadas. En una forma general puede compararse, con el fenómeno de la respiración, se absorbe oxígeno y se desprende gas carbónico, favoreciéndose el metabolismo de ciertos elementos, con liberación de calor, que se traduce en un incremento de la temperatura. Por lo anterior es sumamente importante mantener las mejores condiciones, para lograr la destrucción de los gérmenes patógenos y la transformación de los compuestos inorgánicos y orgánicos re**m**anentes, evitando pérdidas grandes de producto. Por lo tanto, todas las operaciones para complementar el proceso, solamente se adaptarán si resultan práctica, económica y sanitariamente válidas.

GRAFICA UNO
COMPORTAMIENTO TERMICO DE UNA PILA (Fuente Univ. de California).



AEREACION:

La aereación es el factor básico del proceso y determina el tipo de fermentación que se obtiene. Diversas investigaciones (15) muestran que debe suministrarse una buena ventilación al producto, de tal forma que la producción de gas carbónico sea continua. Lo anterior es particularmente importante en la primera etapa de fermentación y se logra ventilando las pilas frecuentemente.

MICROBIOLOGIA DE LA MATERIA ORGANICA:

La fermentación aeróbica comienza con un corto período, durante el cual las bacterias y hongos mesofílicos predominan. Su actividad durante este tiempo es sumamente intensa, ya que los microorganismos tienen a su disposición todas las sustancias asimilables de la basura. Esta actividad libera energía que se traduce en un aumento de temperatura, que permite la proliferación de bacterias termofílicas a temperaturas de 65°C. Estos dos períodos tienen lugar durante los primeros cinco ó seis días. Al final de este período y como resultado del consumo de sustancias complejas y el decaimiento de otras, tiene lugar un aumento constante de la temperatura, de tal forma que solamente sobreviven bacterias termofílicas.

Por lo anterior puede observarse que es inútil tratar de acortar el tiempo de fermentación, ya que ciertas especies de bacterias volverían a aparecer al no ser destruídas totalmente.

En si se pueden manejar muchas variables que determinarán - la obtención de la composta. A continuación se mencionan -- algunas de las propiedades que pueden ser determinantes en el proceso de composteo. Y propiedades de los suelos.

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA COMPOSTA. (2,3,5,9)

- a) Color, textura, porosidad, efectos puramente físicas en materia orgánica.
- b) Aumenta el poder de retención de humedad de los suelos.
- c) Disminuye las perdidas de agua corrediza, así como la -- disminución de la erosión hídrica.
- d) Fomenta la granulación de los suelos.
- e) Hace más compactos los suelos y muy sueltos.
- f) Hace que muchos minerales del suelo se transformen a for mas más asimilables.
- g) Ayuda a corregir las condiciones técnicas del suelo causadas por el uso excesivo de fertilizantes o por la presencia de residuos de asperciones.
- h) Posee una habilidad potente para absorber componentes de fertilizantes y nutrientes de minerales del suelo, ---- haciendo decrecer el nutriente de perdidas por percola-- ción.
- i) Puede actuar como amortiguador en el suelo, como cambios de pH.
- j) Favorece la vida microbiana en los suelos. (6)

A continuación mencionaremos las técnicas utilizadas en los análisis fisicoquímicos. (6,7,12,16,17,18)

DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:

Material.-

Balanza analítica.

Matraz aforado de 50 ml. o probeta de 100 ml.

Vaso de precipitado.

Espatula o agitador de vidrio.

Tubos de centrifuga de 30 ml.

Termómetro.

Conductor eléctrico.

Reactivos.-

Agua destilada.

Procedimiento.-

1. Pesar 10 gr. de muestra y colocarla en un matraz aforado de 50 ml. (o probeta de 100 ml.).
2. Aforar con agua destilada hasta la marca de 50 ml.
3. Verterlo a un vaso de precipitado con agitación.
4. Agitar perfectamente.
5. Esperar 10 minutos.
6. Agitar nuevamente y tomarle la temperatura, luego está se indicará en el aparato.
7. Vaciar la solución en un tubo de centrifuga de 30 ml.

8. Se introduce el electrodo en el tubo de centrífuga con la solución a trabajar.
9. Se introduce y se saca hasta que ya no exista aire en el interior del electrodo.
10. Luego de que se comprueba que no existe aire en el interior del electrodo se procede a prender el conductor eléctrico.
11. Al principio se ven varias líneas de luz, pero al ir moviendo el control las líneas se van juntando en una sola.
12. Ya que se haya formado una sola línea de luz y el fondo este obscuro se toma la lectura y se anota el dato. Y así sucesivamente se obtienen los demás resultados para las otras muestras.

FACTOR DE CORRECCION:

1. Secar el carbonato de sodio, en estufa a 105 - 110 °C. hasta peso constante en pesa-filtro (más o menos 2.5 horas).
2. Pesar 5.2996 gr. de carbonato de sodio y aforar a un litro, para obtener una solución de 0.1N de carbonato de sodio.
3. Titular 10 ml. de la solución de carbonato de sodio -- 0.1N con HCl al 0.1N empleando anaranjado de metilo como indicador.
Si el HCl es realmente 0.1N se deben gastar 10 ml. de HCl al 0.1N al titular el carbonato de sodio.

DETERMINACION DE FOSFORO:

Reactivos.-

Carbón activado.

Bicarbonato de sodio al 0.5 M

Acido cloromolíbico

Acido cloroestanso

Agua destilada

Procedimiento.-

1. Pesar 2 gr. de muestra y agregarle 20 ml. de la solución de bicarbonato de sodio.
2. Agregar una cucharada de carbón activado.
3. Agitarlo durante 30 minutos y luego dejarlo reposar -- por 30 minutos.
4. Filtrar a través de papel filtro Whatman N° 42 (si el filtrado no es claro se le agrega más carbón activado y se vuelve a filtrar hasta obtener un filtrado claro).
5. Se toman 4 ml. del filtrado y se colocan en un tubo de ensaye, luego se le agrega HCl (0.5%) gota a gota hasta que no haya desprendimiento de bióxido de carbono.
6. Se agita y se le agrega 1 ml. de ácido cloromolíbico.
7. Se vuelve agitar y se le agrega 0.1 ml. (dos gotas)- de ácido cloroestanso.
8. Leer la concentración en el colorímetro con máximo de luz de 660 milimicras.

p.p.m. fósforo = p.p.m. testigo x lectura problema

Solución standard de fósforo:

Pesar 0.0439 gr. de KHPO_4 , disolver en agua destilada y aforar a un litro. Esta solución contiene 10 ppm. de fósforo, de aquí se toman alícuotas para la calibración de la curva de fósforo

DETERMINACION DE HUMUS:

Procedimiento.-

1. Pesar 10 gr. de muestra y colocarla en un embudo con papel filtro.
2. Agregar 5 ml. de HNO_3 concentrado (dejar que se humedezca bien la muestra). Permitir que drene el HNO_3 .
3. Lavar con agua destilada hasta obtener reacción ligeramente ácida o neutra.
4. El lavado se desecha.
5. Agregar 10 ml. de hidróxido de amonio concentrado y esperar hasta que los 10 ml. se hayan filtrado completamente.
6. Se repite el paso anterior hasta obtener un filtrado transparente (al principio es obscuro).
7. Se seca el filtrado en estufa a 70°C . y se obtiene el porcentaje de humus.

DETERMINACION DEL AMONIO CANJEABLE:

Equipo:

Balanza de torsión
Matraz erlenmeyer de 500 ml.
Embudo Buchner
Kitasato
Papel filtro Whatman N° 42
Matraz Kjeldahl de 800 ml.
Kjeldahl

Reactivos.-

Cloruro de sodio al 10% (1.7N) acidificada mediante HCl-
hasta pH = 2.5

Acido sulfúrico valorado N/14

NaOH al 40 % (10 N)

Indicador mixto de rojo de metilo - verde de bromocresol:
disolver 0.5 gr. de verde de bromocresol y 0.1 gr. de
rojo de metilo en 100 ml. de etanol del 95% y ajustan-
do el pH a 4.5 mediante NaOH o HCl diluído.

Acido bórico al 4%.

Procedimiento.-

1. Pesar 100 gr. de muestra y se coloca en un matraz erlenmeyer de 500 ml.
2. Agregar 200 ml. de la solución de NaCl acidificada.
3. Agitar la suspensión durante media hora.
4. Verter la solución sobre el embudo Buchner con papel -

filtro Whatman N° 42 humedecido y adherido fuertemente mediante succión suave.

5. Pasar 250 ml. más de la solución de NaCl acidificada a través de la muestra.
6. Se pasa el lixiviado a un matraz Kjeldahl de 800 ml.
7. Agregar 80 ml. de NaOH al 40% cuidadosamente resbalando por las paredes del matraz.
8. Destilar el amoníaco sobre 25 ml. de ácido bórico al 4% en el Kjeldahl.
9. Titular con ácido sulfúrico.
10. Hacer un blanco empleando los mismos reactivos.

Cálculos:

$$N \text{ en pp2m} = (T - B) \quad X \quad \frac{2000}{S}$$

En donde:

N = nitrógeno en forma amoniacal en pp2m.

T = valoración de la muestra en ml.

B = valoración en blanco, ml.

S = peso de la muestra en gramos.

$$\frac{N \text{ (pp2m)}}{2} = N \text{ (ppm)}$$

DETERMINACION DE CENIZAS:

Material.-

Mufla
Crisoles de porcelana
Pinzas para crisol
Guantes de asbesto
Balanza analítica
Estufa
Desecador

Procedimiento.-

1. Secar crisoles en la estufa a 120°C. hasta que estén a peso constante.
2. Secar muestras en la estufa a 60°C. hasta que estén a peso constante.
3. Pesar una muestra seca de peso constante de 1 a 10 gr. antes de meterla a la mufla.
4. Meter la muestra en el crisol.
5. Meter los crisoles con muestra a la mufla durante dos horas a 800°C.
6. Sacar las muestras de la mufla y meterlas a un desecador hasta que se enfrien.
7. Pesar los crisoles con las muestras ya incineradas.
8. Descontar el peso del crisol para conocer el de la --- muestra (cenizas).
9. Por medio de diferencias de peso se conoce el peso de la muestra incinerada en el cual nos permite calcular el % de cenizas por medio de una regla de tres.

DETERMINACION DE LA MATERIA ORGANICA:

Material.-

Matraces erlenmeyer de 300 ml.

Buretas

Vasos de precipitado

Reactivos.-

Sulfato ferroso al 0.5 N

Dicromato de potasio al 1 N

Difenilamina (indicador al 1%)

Acido fosfórico al 85.5 %

Acido sulfúrico concentrado

Agua destilada

Procedimiento.-

1. Pesar 0.1 gr. de la muestra y transferir a un matraz - erlenmeyer de 300 ml.
2. Agregar 10 ml. de dicromato de potasio al 1 N (con bureta).
3. Agregar 20 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
4. Agitar ligeramente durante un minuto y dejar reposar - 30 minutos.
5. Agregar 100 ml. de agua destilada.
6. Agregar 10 ml. de ácido fosfórico al 85.5 %
7. Agregar 0.5 ml. de difenilamina al 1 %.
8. Titular con sulfato ferroso al 0.5 N.

9. Vire de violeta obscuro a verde.
10. Se hace una determinación en blanco con todos los reactivos para obtener el factor de corrección (F.C.).

CALCULOS.-

$$\%M.O. = \frac{(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ X N.}) - (\text{ml. de FeSO}_4 \text{ 7H}_2\text{O X N X F.C.})}{\text{peso de la muestra (0.1 gr.)}} \times 0.69$$

Factor de corrección (F.C.) para cuando se emplean 10 ml. de -
dicromato de potasio, en la determinación en blanco, si el gas
to de sulfato ferroso es de 19.6 ml.

$$(10 \text{ X N. }) = (19.6 \text{ X N X Y })$$

$$(10 \text{ X 1 }) = (19.6 \text{ X 0.5 X Y })$$

$$10 = 9.8 \text{ Y}$$

$$Y = \frac{10}{9.8} = 1.02$$

M.O. = materia orgánica.

N. = normalidad del dicromato de potasio

N = normalidad del sulfato ferroso = 0.5

Y = factor de corrección = 1.02

DETERMINACION DE NITROGENO:

Material.-

Kjeldahl

Matraces Kjeldahl de 800 ml.

Matraces erlenmeyer de 500 ml.

Reactivos.-

Acido salicílico

Tiosulfato de sodio

Acido sulfúrico

Indicador mixto

Sulfato de cobre

Acido bórico al 4%

Hidróxido de sodio al 10 N

Sulfato de potasio

Granalla de zinc y perlas de vidrio

Procedimiento.-

1. Pesar 0.5 gr. de muestra.
2. Envolverlos cuidadosamente en papel filtro libre de --
nitrógeno para depositarlo en el fondo del matraz.
3. Colocar la muestra en un matraz Kjeldahl de 800 ml.
4. Agregar 1 gr. de ácido salicílico disuelto en 30 ml. -
de ácido sulfúrico conc. Se agita hasta que la muestra
se haya incorporado totalmente en el ácido sulfúrico.
5. Se deja reposar durante 30 minutos.

6. Agregar 10 gr. de tiosulfato de sodio cristalino y se agita hasta que se disuelve.
7. Se deja reposar durante 5 minutos.
8. Calentar hasta que no exista desprendimiento de humos.
9. Agregar 10 gr. de sulfato de potasio y 1 gr. de sulfato de cobre y seguir calentando hasta que se obtenga una solución clara; cuando esto sucede se continúa calentando 30 minutos más.
10. Enfriar el matraz.
11. Agregar 100 ml. de agua destilada.
12. Agregar granalla de zinc y unas perlas de vidrio.
13. Agregar 150 ml. de hidróxido de sodio al 10 N resbalando por las paredes del cuello sin agitar.
14. Conectar el destilador para empezar a destilar.
15. Recibir el destilado en un matraz erlenmeyer con 50 ml de ácido bórico y 3 gotas de indicador. Destilar hasta obtener un volumen total de 150 ml. en el matraz erlenmeyer.
16. Titular con HCl al 0.1 N hasta vire a rosa.
17. Hacer una determinación en blanco de la misma manera, usando los mismos reactivos y una pieza de papel filtro.

CALCULOS.-

$$\% \text{ N total} = \frac{0.014 \times \text{ml. de HCl} \times \text{N de HCl} \times 100}{\text{peso de la muestra (0.5 gr.)}}$$

DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE:

Material.-

Probeta de 100 ml.

Báscula de torsión

Procedimiento.-

1. Lavar y secar la probeta de 100 ml.
2. Pesar la probeta vacía y seca.
3. Llenar la probeta con muestra hasta la marca de los -- 100 ml. sin golpear la probeta.
4. Pesar la probeta con muestra y anotar el peso.
5. Dejar caer la probeta sobre un tapón de hule 10 veces desde una altura de 5 cm.
6. Leer en la probeta el nuevo volumen y anotarlo.
7. La densidad aparente se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula

$$D_a = \frac{m}{v}$$

D_a = densidad aparente en gr./cc.

m = masa de la muestra en gr.

v = volumen ocupado por la muestra en cc.

DETERMINACION DE CARBONO:

Para la determinación de carbono, únicamente se multiplica el % de materia orgánica por el factor de Jackson --- (0.58) o sea % M.O. x 0.58 = % de carbono.

Nota.-

La determinación de carbono es empírico ya que Jackson en contró un factor de 0.58 el cual se multiplica con el con tenido de la materia orgánica.

LA RELACION C/N :

Unicamente consiste en dividir = $\frac{\% \text{ de carbono}}{\% \text{ de nitrógeno total}}$

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE HIDROGENO (pH):

1. Hacer una relación 1:2, 1:3, 1:4, etc. según convenga-
(una relación 1:2 consiste en pesar 10 gr. de muestra y diluirlos en 20 ml. de agua destilada a pH = 7).
2. Agitar la muestra enérgicamente.
3. Se deja reposar 30 minutos.
4. Calibrar el potenciómetro a pH = 7 .
5. Medir pH de las muestras en el potenciómetro.

DETERMINACION DE TEXTURAS:

Material.-

Probetas de 1,000 ml.

Vasos metálicos

Licuadores

Termómetro

Hidrómetro

Pipetas de 10 ml.

Reactivos.-

Metasilicato de sodio

Oxalato de sodio al 5%

Agua destilada

Procedimiento.-

1. Se pesan 50 ó 100 gr. de muestra, según como se pueda-trabajar, para poder leer el Hidrómetro.
2. Se vacía la muestra en el vaso para licuar (vaso me-tálico).
3. Se agregan 5 ml. de oxalato de sodio al 5% y también - 5 ml. de metasilicato de sodio.
4. Se le agrega agua destilada, hasta la segunda marca -- del vaso.
5. Se licúa durante 3 minutos.
6. Se vacía en la probeta, hasta que no quede nada de la-

muestra en el vaso metálico.

7. Se agrega agua destilada a la probeta hasta un aforo - de 1,000 ml.
8. Se agita la probeta hasta que se revuelva bien la muestra con el agua.
9. Se toma la temperatura y la primera lectura con el --- hidrómetro al minuto de haberse agitado, después a los 10 min. y luego a los 60 minutos, a los 120 min., y -- hasta los 180 minutos, se deben tomar también las lecturas en cada tiempo estipulado, para que al graficarlos resultados obtenidos tengamos una línea recta.

CUADRO DE RESULTADOS Y DATOS:

Muestra (gr.)		TIEMPO EN MINUTOS.				
		1'	10'	60'	120'	180'
1	Hora					
	Temp. °C.					
	Lectura					
2	Hora					
	Temp. °C.					
	Lectura					

Finalidad.-

La finalidad de la técnica de texturas, es la necesidad - de investigar que tipo de suelos son; para saber que cantidad - de composta se le va ha aplicar, por ejemplo:

Un suelo arenoso lleva mayor cantidad de composta, que un suelo arcilloso.

DETERMINACION DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL:

Material.-

Centrífuga

Tubos de 30 x 120 mm. de base redonda

Matraces Kjeldahl de 800 ml.

Agitador de vidrio

Reactivos.-

Solución de acetato de amonio al 1 N

Alcohol etílico al 95%

Indicador mixto

Acido clorhídrico al 0.1 N

Cloruro de sodio al 10%

Oxido de magnesio

Acido bórico al 4%

Procedimiento.-

1. Las muestras para esta determinación deben ser de 4 a 6 gramos (se recomiendan 4 gr.).
2. Colocar la muestra en un tubo de ensaye de 30 x 120 mm. de base redonda.
3. Agregar 25 ml. de la solución de acetato de amonio al 1 N. (pH = 7).
4. Agitar y dejar reposar 30 minutos.
5. Centrifugar a 2,000 rpm., hasta que el liquido esté claro (generalmente 5 minutos).
6. Se decanta el líquido filtrándose para determinaciones-

de Ca, Mg, y K .

7. El suelo que queda en el tubo de centrifuga se lava 4 - veces con 35 ml. de alcohol etílico al 95%.
8. Transferirlo a un matraz Kjeldahl agregándose 40 ml. de solución de NaCl al 10% a pH = 2.5
9. Agregar 0.5 gr. de óxido de magnesio.
10. Agregar 150 ml. de agua destilada.
11. Destilar, recibiendo el destilado en 40 ml. de ácido bó rico al 4%.
12. Titular con HCl al 0.1 N usando indicador mixto.

Los resultados se reportan en meq/100 gr. de muestra.

Factor de corrección: El HCl 0.1 N se titula con Na₂CO₃ -- usando anaranjado de metilo como indicador.

CALCULOS.-

Gasto de HCl x 2.5 = meq/100 gr. de muestra.

Factor 2.5 : gasto de HCl x 25 (para llevar los 4 gr. de - muestra a 100 gr.) x la normalidad del ácido (0.1) = 2.5

Ejemplo:

Gasto de HCl 0.1 N = 20 ml.

gramos de NH₃ retenidos por los 4 gr. de suelo = 0.018

x gasto de HCl x 0.1 = 0.036

$$\text{meq} = \frac{0.036}{0.018} = 2$$

4 gramos de muestra ----- 2 meq

100 gramos de muestra ----- 50 meq

por lo tanto: C.I.C.T. = 50 meq/100 gr.

DETERMINACIONES DE SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO, FIERRO, --
PLOMO, CADMIO, MERCURIO, ETC.

Se determinan por medio del espectrofotómetro de absorción atómica, en donde se hacen 10 determinaciones por segundo de cada uno de los elementos, ajustando los parámetros para cada solución y cada elemento.

Las p.p.m. de dichos elementos en interés, se hacen en cationes intercambiables (ya que son los únicos que nos interesan), y los reactivos son preparados como siguen.

CATIONES INTERCAMBIABLES.

Reactivos.-

Acetato de amonio en solución 1 N y a un pH = 7.0

Solución de lantano al 5%

Solución de cloruro de sodio de 10,000 mg/ml. de sodio

Solución standard.-

Todas las soluciones standard se preparan mediante la adecuada dilución de las soluciones patrón para cada elemento. Las diluciones deben practicarse con una solución de acetato de amonio al 1 N.

Debe prepararse un blanco que contenga acetato de amonio al 1 N, las soluciones standard o blancos para calcio y -- magnesio, también deben contener 1,000 mg/ml. de sodio.

PREPARACION DE LA MUESTRA.-

Colocar 10 gr. del suelo o composta en un matraz erlenmeyer de 500 ml., agregar 250 ml. de la solución de acetato-

de amonio al 1 N y agitar enérgicamente. Deje reposar toda la noche. Filtrar la suspensión de composta con papel Whatman N° 42 y lavar la composta con solución de acetato de amonio, hasta obtener prueba negativa para calcio en el filtrado a la flama.

ANALISIS:

Diluir el filtrado con acetato de amonio hasta obtener la concentración de los elementos en interés dentro de un rango adecuado. Para las determinaciones de potasio, la solución final debe tener 1,000 mg/ml. de sodio, para disminuir interferencias de iones. Para el calcio y el magnesio la solución final debe de contener 1% de lantano. La concentración del elemento en interés es determinada contra estándares apropiados y un blanco descrito en el procedimiento de rutina.

SOLUCIONES STANDARD:

Todas las soluciones standard deben prepararse con una adecuada dilución de las soluciones patrón de almacén (solución de baja concentraciones varían; descritas en las condiciones standard para cada elemento).

La solución standard para calcio y magnesio deben contener 1% de lantano y pueden prepararse por dilución de las soluciones patrón con un volumen adecuado de la solución de lantano al 5% .

ANALISIS:

Determinar la concentración de los elementos en interés empleando los procedimientos de rutina en análisis generales. Diluya la solución problema con agua destilada, si es necesario con el objeto de lograr la concentración de los elementos en interés, dentro de un rango aceptable para determinar calcio y magnesio la dilución final debe contener 1% de lantano (peso volumétrico) y la determinación debe -- efectuarse contra standard y un blanco conteniendo una concentración similar de lantano.

PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON PARA ABSORCION ATOMICA:

<u>Solución</u> <u>concentrada.</u>	<u>Solución</u> <u>diluida.</u>
Na 1 000 p.p.m.	0.8 p.p.m.
K 1 000 p.p.m.	2.0 p.p.m.
Ca 500 p.p.m.	4.0 p.p.m.
Mg 1 000 p.p.m.	0.3 p.p.m.
Fe 1 000 p.p.m.	5.0 p.p.m.
Cd 1 000 p.p.m.	2.0 p.p.m.
Pb 1 000 p.p.m.	20.0 p.p.m.
Hg 1 000 p.p.m.	300.0 p.p.m.

PREPARACION DE LAS DILUCIONES DE LAS MUESTRAS PROBLEMAS PARA ANALIZARLAS EN EL ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA.

Tubo	1	2'	3	4'	5'	6	7'	8'	9'
Sol. prob. conc. (ml.)	1	0.1	1'	0.1'	1	0.1	1'	0.1'	1
Acetato de amonio (ml.)	9	9.9	9'	9.9'	7	7.9'	7'	7.9'	7'
Sol. lantano (ml.)	-	-	-	-	2	2	2	2	2
RELACION	conc. 1:10, 1:10 ² , 1:10 ³ , 1:10 ⁴ , 1:10, 1:10 ² , 1:10 ³ , 1:10 ⁴								

NOTA.-

En algunas diluciones se les agrega lantano (6,7,8 y 9) de cada muestra a analizar, en el espectrofotómetro, tiene la finalidad de evitar la interferencia de otros elementos presentes en dicha muestra.

CAPITULO VII

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.

Los resultados experimentales obtenidos, se basaron en los siguientes programas de trabajo, previamente establecidos con las autoridades del Departamento de Servicios Urbanos.

Programa uno.

- 1) Análisis físico de la basura que será destinada a proceso.
- 2) Análisis fisicoquímico de la basura cruda.
- 3) Formar pila para composteo, de las siguientes dimensiones: 2.80 m. de altura, 6.30 m. de base y 18.20 m. de longitud.
- 4) Practicar volteos; 1° y 2° a los 7 y 14 días de formación de la pila, del 3° al 8° a los 28, 42, 56, 70, 84, 98, -- días.
- 5) Tomar registro de temperatura diariamente, también antes y después de cada volteo, registrando la temperatura ambiente.
- 6) Tomar registro de humedad diariamente, también antes del volteo procurando que sea a la misma hora.
- 7) Tomar muestra para el análisis químico, 10 Kg. y cuartear para obtener muestra representativa de 1.5 Kg., hacer esto cada 7 días, antes del volteo.
- 8) Mantener humedad constante de 50%; en la pila.
- 9) Preparar muestra para el análisis.
- 10) El análisis químico de las muestras deberá comprender:

a. Densidad aparente,

- (X)
- b. Nitrógeno total,
 - c. Amonio canjeable,
 - d. Materia orgánica,
 - e. Cenizas,
 - f. Humus,
 - g. Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Pb, Cd, Hg,
 - h. Relación C/N ,
 - i. pH,
 - j. Conductividad eléctrica,
 - k. Capacidad de intercambio catiónico total.

Programa dos.

Preparación y análisis fisicoquímico de: suelos, composta y cosecha.

- 1) Análisis fisicoquímico de la composta.
- 2) Análisis fisicoquímico de suelos, (un perfil de parcela)
- 3) Delimitación de las parcelas.
- 4) Preparación del terreno para cultivo.
- 5) Evaluación de la cosecha.

- A. Análisis de perfil de suelos.
- B. Análisis fisicoquímico de estructura foliares y grano (o fruto) y de la composta aplicada.
- C. Tonelaje por hectárea.

A y B/Comprenden:

- a. Materia orgánica,

- b. Nitrógeno total,
- c. Fósforo,
- d. Cenizas,
- e. Humus,
- f. Densidad aparente,
- g. Textura,
- h. Na, K, Ca, Mg, Fe, Pb, Cd, Hg,
- i. pH,
- j. Relación C/N ,
- k. Amonio canjeable,
- l. Conductividad eléctrica,
- m. Capacidad de intercambio catiónico total.

C/ Tonelaje por hectárea: Análisis de la cosecha.-

- 1. Parcelas: 1, 2, 3, 4, 5", 6, 7

5" - parcela testigo.

Para el programa uno se obtuvieron los siguientes resultados:

En los puntos uno y dos de dicho programa los resultados se ---
muestran en las tablas uno y dos del capítulo III.

Las dimensiones de la pila de composteo fueron de acuerdo a lo establecido en el programa.

Para los puntos cuatro y cinco los resultados que se obtuvieron se encuentran en la gráfica dos y además en la tabla cuatro.

Los resultados obtenidos de los puntos seis y siete del programa se localizan en las tablas cuatro y cinco.

El control que se debía efectuar con respecto al punto ocho no se llevó a cabo debido a la falta del equipo necesario.

En el punto nueve se efectuó la preparación de las muestras para el análisis, que consiste en que las muestras fueron secadas a temperatura ambiente y después de esto se procede a triturarlas mediante un molino, con el fin de que las muestras estén completamente homogéneas.

Para el punto diez los resultados de los análisis químicos de las muestras se encuentran en las tablas cuatro, cinco y seis.

Para el programa dos se obtuvieron los siguientes resultados:

Los resultados obtenidos de los puntos uno y dos se encuentran en las tablas siete y ocho.

Las delimitaciones de las parcelas experimentales fueron de acuerdo a lo establecido en el programa (tabla nueve).

Para los puntos cinco, A, B y C los resultados experimentales se muestran en las tablas diez, once y doce.

GRAFICA DOS

EFFECTO DEL VOLTEO SOBRE LA EVOLUCION DE TEMPERATURAS

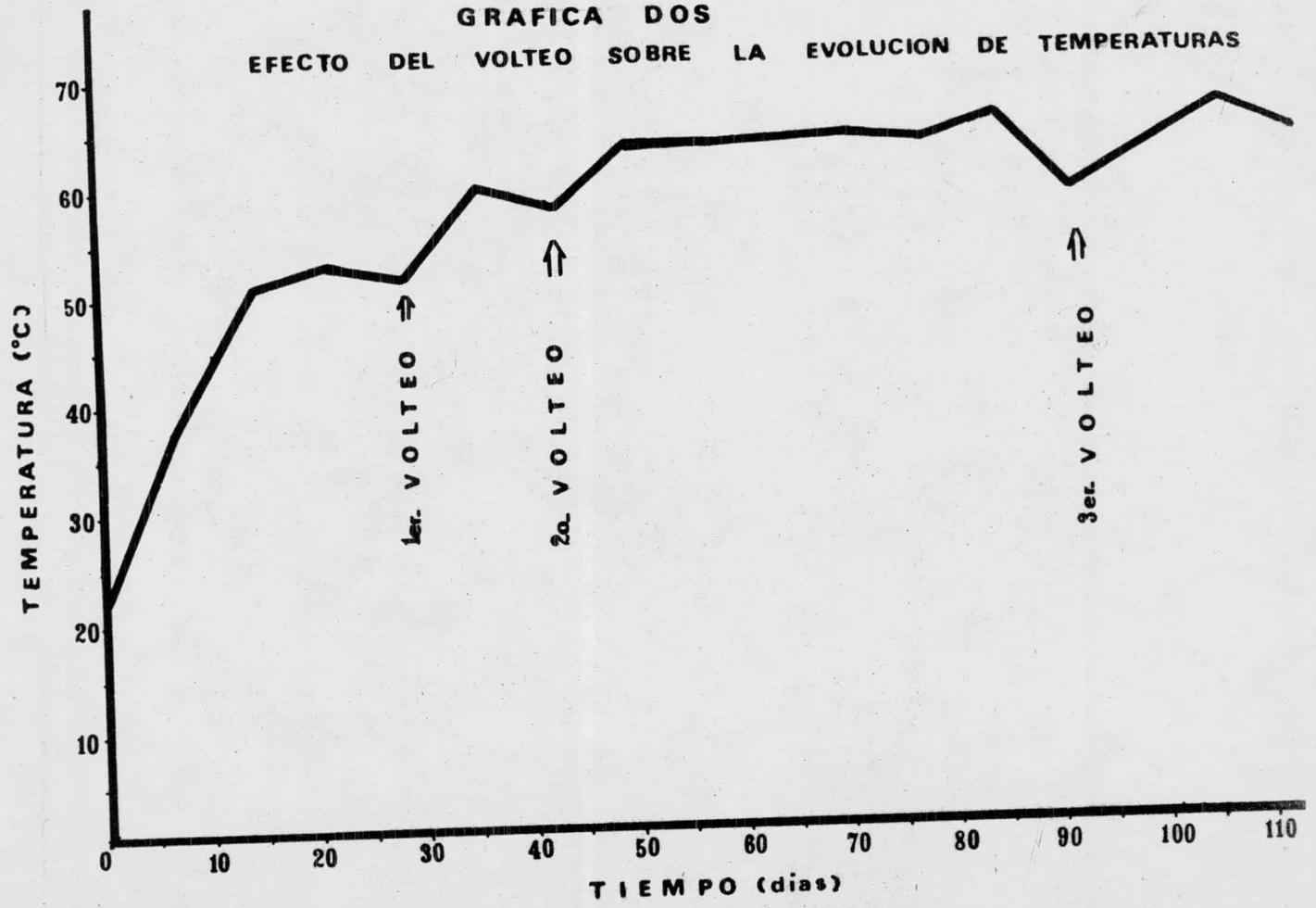


TABLA CUATRO

CONTROL EFECTUADO DURANTE EL DESARROLLO DEL PROCESO

Muestra	F. T. M. T. y H.	T. A. en grados °C.	T. P. en grados °C.	% H.	Riego	Hr. T. M. T. y H.	V. E.	P. T. M. en cm.
1	5/X/76	21	21	43	NO	13.00	NO	80
2	8/X/76	13	39	52	NO	10.30	NO	80
3	15/X/76	20	51	43	NO	10.15	NO	80
4	22/X/76	14	53	47	NO	10.10	SI	80
5	29/X/76	16	52	45	NO	10.05	NO	80
6	5/XI/76	12	60	50	NO	11.00	SI	80
7	12/XI/76	17	58	50	NO	10.20	NO	80
8	19/XI/76	17	64	48	NO	10.15	NO	80
9	26/XI/76	12	64	47	NO	10.40	NO	80
10	3/XII/76	14	64	45	NO	10.25	NO	80
11	10/XII/76	17	64	44	NO	9.50	NO	80
12	17/XII/76	16	63	43	NO	10.40	NO	80
13	23/XII/76	10	65	41	NO	9.45	SI	80
14	30/XII/76	13	58	43	NO	10.30	NO	80
15	6/I/77	9	62	41	NO	9.55	NO	80
16	13/I/77	10	67	40	NO	9.40	NO	80
17	20/I/77	14	63	36	NO	10.20	NO	80

TABLA CINCO

**RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LAS
MUESTRAS ADQUIRIDAS DURANTE EL PROCESO.**

Muestra	% H.	% M.O.	D. A. gr/cc	pH	% Nt-	% Hm.	% C.	% Cn.	C.I.C.T. meq/100	P ppm	C. E. ohms	A. C. ppm	C/N
1	43	44.2	0.33	6.2	1.24	4.62	25.6	29.6	23.0	79	4 400	960	20.7
2	52	34.9	0.32	6.3	1.19	5.14	20.3	46.8	16.5	90	4 000	1 200	17.0
3	43	33.2	0.31	6.2	1.03	5.37	19.3	50.4	14.0	160	5 000	1 264	18.7
4	47	34.6	0.34	6.3	0.96	6.89	20.1	52.7	11.5	170	4 800	1 344	20.9
5	45	33.8	0.35	6.4	0.91	4.75	19.6	55.6	13.5	220	5 100	1 280	21.5
6	50	35.0	0.37	6.3	0.94	4.70	20.3	56.6	13.0	200	4 700	1 448	21.6
7	50	33.4	0.41	6.5	0.87	5.81	19.4	55.8	12.5	280	4 500	1 208	22.3
8	48	32.6	0.43	6.4	0.83	5.82	18.9	58.1	11.0	285	4 400	1 144	22.8
9	47	31.3	0.47	6.5	0.84	5.96	18.2	59.3	12.0	330	3 900	1 328	21.6
10	45	30.4	0.49	6.5	0.81	5.74	17.7	60.9	11.5	390	4 200	1 424	21.7
11	44	28.0	0.50	6.6	0.79	5.78	16.3	64.4	13.0	360	3 800	1 376	20.6
12	43	28.5	0.51	6.6	0.78	5.97	16.5	67.8	12.5	400	3 500	1 168	21.2
13	41	26.8	0.52	6.7	0.74	6.28	15.6	66.3	14.0	475	3 600	1 528	21.0
14	43	24.3	0.53	6.9	0.76	6.16	14.1	65.9	13.5	450	3 300	1 686	18.6
15	41	22.1	0.54	7.0	0.70	6.32	12.8	66.7	12.0	490	3 000	1 590	18.3
16	40	22.4	0.55	7.3	0.67	6.96	13.0	67.1	11.0	508	3 100	1 644	19.4
17	36	20.5	0.55	7.5	0.76	6.80	11.9	67.9	10.5	500	3 000	1 732	15.6



TABLA SEIS

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS DE CATIONES INTERCAMBIABLES DE LAS MUESTRAS ADQUIRIDAS DURANTE EL PROCESO.

Muestra	Na ppm	Ca ppm	K ppm	Mg ppm	Fe ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm
1	898	14 800	2 416	662.2	52.4	19.6	2.66	—
2	986	13 200	1 314	602.4	76.8	48.0	2.06	—
3	940	15 200	1 538	511.4	12.4	5.8	1.26	—
4	786	14 300	1 908	399.4	9.4	12.2	1.60	—
5	958	16 400	1 526	706.4	7.8	8.2	2.36	—
6	820	15 000	1 070	608.0	4.4	7.2	2.40	—
7	778	8 100	3 284	2 59.4	4.8	9.6	—	—
8	902	6 280	2 406	2 62.0	4.4	5.8	—	—
9	654	6 360	2 386	2 62.8	5.4	—	—	—
10	590	5 840	1 636	2 12.8	4.0	—	—	—
11	572	5 540	1 434	6 56.0	4.8	—	—	—
12	678	4 380	1 538	7 52.0	6.4	—	—	—
13	722	5 880	1 912	5 48.4	4.4	—	—	—
14	556	6 560	1 208	3 17.2	4.0	—	—	—
15	724	6 360	1 286	3 50.4	4.8	—	—	—
16	850	5 880	1 318	2 69.8	4.4	—	—	—
17	814	6 660	1 620	3 61.8	4.4	—	—	—

TABLA SIETE
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA
COMPOSTA APLICADA A LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

Muestra	% N _t	% M. O.	C. E. ohms	% H.	% hm.	p. H.	% C.	% Cn.	P. ppm	A. C. ppm	C. I. C. T. meq/100
1	1.3	26	3300	34.5	6.4	8.3	15.1	64.6	500	220	75.5

CATIONES INTERCAMBIABLES.

Muestra	Na ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cd ppm	Hg ppm	Pb ppm
1	88	2950	19200	675	5220	24	0	526

APLICACION DE COMPOSTA.

PARCELAS	Kgs.	RENDIMIENTO ESPERADO ton/hect.
5 testigo	0.0	0
1	561.00	200
2	280.50	100
3	40.25	20
4	56.10	50
6	14.02	5
7	28.05	10

TABLA OCHO
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS
FISICO-QUIMICO DE SUELOS (PARCELAS EXP)

PRUEBA EFECTUADA

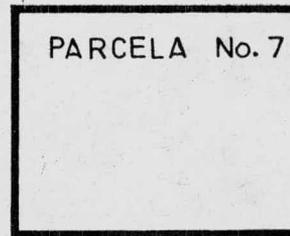
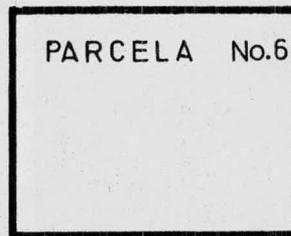
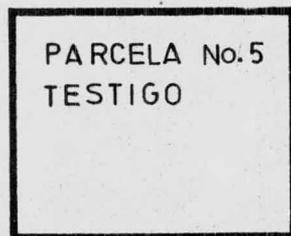
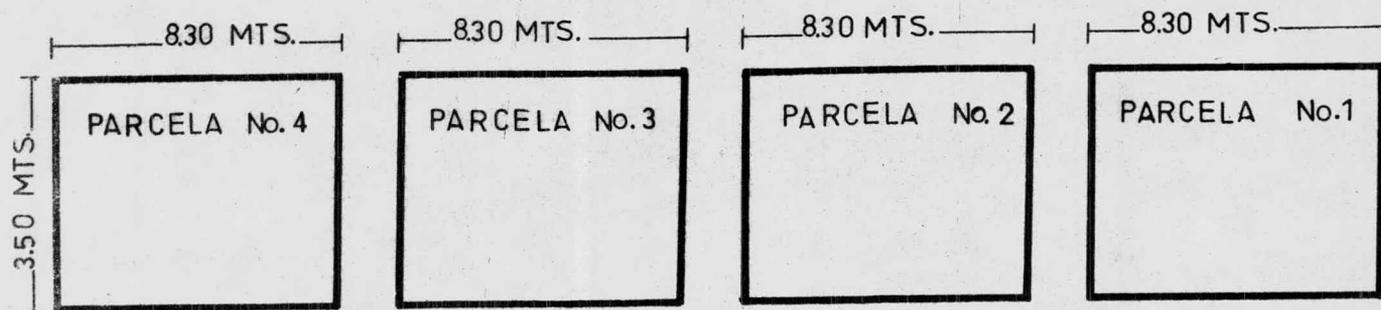
Muestra	% M.O.	% N _t	pH	% H.	% hm.	% Cn.	% C.	C. E.	C.I.C.T.	D. A.	A. C.	P.	T.
1	2.89	0.117	9.1	30.0	1.73	82.4	1.68	375	92.0	1.06	16	36	M. A.
2	3.04	0.252	9.2	26.2	1.94	82.1	1.76	900	93.0	1.10	12	66	M. L.
3	3.38	0.019	9.5	29.5	1.23	83.7	1.96	1000	93.5	1.10	8	30	M. L.
4	3.27	0.040	9.7	34.5	0.78	78.6	1.89	1380	102.2	1.11	6	46	M. L.

CATIONES INTERCAMBIABLES

Muestra	Ca ppm	K ppm	Na ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cd ppm	Hg ppm	Pb ppm
1	5080	3752	1472	448	—	—	—	—
2	36400	2190	1954	4846	—	—	—	—
3	52200	2722	1592	7048	—	—	—	—
4	43400	3686	3982	3982	—	—	—	—

TABLA NUEVE

DISTRIBUCION Y DIMENSIONES DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.



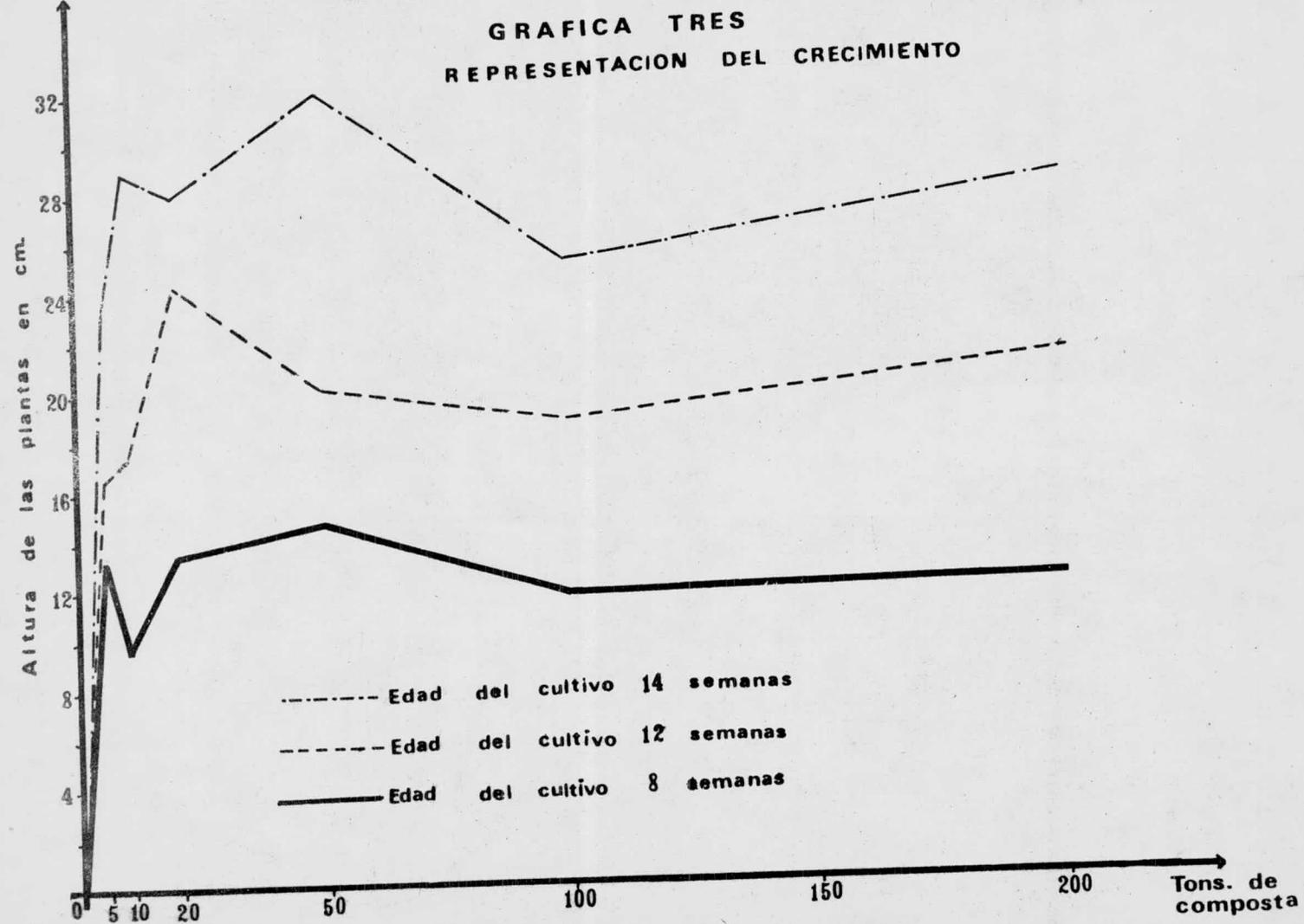
Estadística de control de preparación, siembra y riego a las -- parcelas experimentales.

- 25/10/76 ... Voltéo de tierra para absorción de oxígeno.
26/10/76 ... Nivelación de las parcelas.
26/10/76 ... Siembra de las parcelas, producto betabek, fué --- aplicado 10 grs. por parcela.
29/10/76 ... 1er. riego a parcelas.
1/11/76 ... 2er. riego a parcelas.
4/11/76 ... 3er. riego a parcelas.
5/11/76 ... 4to. riego a parcelas; empezó a brotar la semilla.
10/11/76 ... 5to. riego a parcelas.
15/11/76 ... 6to. riego a parcelas. NOTA.- no broto toda la se milla sembrada en las parcelas ya que se pudrió una cantidad por tiempo de almacenaje.
18/11/76 ... 7to. riego a parcelas.
23/11/76 ... Llovió no se regó.
29/11/76 ... 8vo. riego a parcelas.
3/12/76 ... 9no. riego a parcelas.
8/12/76 ... 10mo. riego a parcelas.
13/12/76 ... 11vo. riego a parcelas.
15/12/76 ... 12vo. riego a parcelas.
17/12/76 ... 13vo. riego a parcelas.
20/12/76 ... 14vo. riego a parcelas.
23/12/76 ... 15vo. riego a parcelas.
28/12/76 ... 16vo. riego a parcelas y desenllervado de parcelas.
31/12/76 ... 17vo. riego a parcelas.
3/ 1/77 ... Se efectuó la escarda de surcos a las parcelas.
6/ 1/77 ... 18vo. riego a parcelas.
14/ 1/77 ... 19vo. riego a parcelas.
21/ 1/77 ... 20vo. riego a parcelas.

TABLA DIEZ
CONTROL DEL CRECIMIENTO DEL BETABEL

Parcela	Edad del cultivo en semanas	Altura de la planta en centímetros	Numero de hojas	Ancho de las hojas en cm.	Long. Prom. de las hojas en cm.
1	8	12.0	6	3.7	6.5
2	8	11.7	8	2.7	5.5
3	8	14.4	9	3.3	6.2
4	8	13.4	9	3.1	5.7
5 Testigo	8	15.5	9	3.9	7.5
6	8	9.5	14	3.1	5.5
7	8	13.3	16	3.3	7.9
1	12	21.0	19	4.9	8.5
2	12	18.5	9	6.0	9.6
3	12	20.0	10	5.3	11.7
4	12	24.5	19	5.5	11.0
5 Testigo	12	18.5	20	3.5	9.5
6	12	17.5	10	5.5	9.3
7	12	16.5	12	5.5	9.4
1	14	28.0	15	5.2	12.0
2	14	27.0	16	6.8	12.5
3	14	31.8	21	8.7	15.0
4	14	28.0	13	7.0	13.0
5 Testigo	14	27.0	14	7.0	13.5
6	14	29.0	14	7.4	13.0
7	14	23.0	15	5.3	10.0

GRAFICA TRES
REPRESENTACION DEL CRECIMIENTO



NOTA.-

Se observó durante el período de crecimiento del betabel - en las parcelas experimentales, que durante 100 días efectivos el crecimiento inicial fué muy parejo en las siete - parcelas, posteriormente se notó una mejoría en las parcelas 1, 2 y 3 por tener mayor cantidad de composta aplicada, en comparación con la parcela testigo que no tuvo aplicación de composta, así mismo se hace notar que la gran -- cantidad de salinidad de las parcelas impidió que el producto se desarrollara más, pero con un continuo tratamiento de composta se logrará el objetivo deseado, hasta tener un rendimiento de 100 %. Se hace notar que fué la primera vez que se le aplicó composta a dichas parcelas.

TABLA ONCE
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PRODUCTO
FINAL COSECHADO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

PRUEBA EFECTUADA

MUESTRA	% N _t .	P ppm	% Cn.
5 Testigo	3.47	85.6	3.73
1	2.74	77.0	9.70
2	2.77	81.0	6.39
3	2.91	83.0	7.21
4	2.21	86.0	6.49
6	2.99	85.0	8.02
7	2.63	84.0	6.76

CATIONES TOTALES

MUESTRA	Ca ppm	K ppm	Na ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cd ppm	Pb ppm	Hg ppm
5 Testigo	1170	335 000	168000	1277	365	5.2	119	—
1	2325	278 000	84600	1639	745	16.6	112	—
2	1500	336 000	148100	1193	155	21.5	97	—
3	1560	328 000	117150	1510	265	5.0	154	—
4	1330	281 500	141700	1397	365	6.1	124	—
6	1735	251 000	167500	1376	625	10.0	122	—
7	2070	331 500	168000	1530	490	10.5	150	—

TABLA DOCE

DETERMINACION DEL DIAMETRO PROMEDIO DEL PRODUCTO COSECHADO (BETABEL)

PARCELA	PROMEDIO (cm.)	nº de betabeles por parcela
5 testigo	1.93	474
1	2.03	579
2	2.19	455
3	2.51	361
4	2.37	339
6	2.24	395
7	2.16	450

PESO NETO DEL PRODUCTO COSECHADO (BETABEL) POR PARCELA

PARCELA	KILOGRAMOS
5 testigo	6.32
1	7.05
2	5.45
3	6.71
4	6.09
6	6.56
7	5.74

Discusión sobre los resultados de los análisis de las muestras seleccionadas durante el proceso, para la obtención de la composta.

Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico de las muestras seleccionadas durante el proceso llevado a cabo, se encuentran dentro de los parámetros establecidos y los cuales se corroboran con estudios anteriores (5,7,9,15). Aquí cabe mencionar que algunos resultados que se reportan en este trabajo difieren un poco y esto se debe al pobre control que se llevo en los volteos y riegos planeados. Esto se puede evitar teniendo el equipo necesario para dichas operaciones.

Con el muestreo de los desechos sólidos (basura doméstica), se pretende conocer la naturaleza y porcentaje de los distintos subproductos presentes en las basuras. Antes de que se lleve a cabo el proceso, es necesario conocer las características físicas de la basura, que será destinada al proceso.

Es importante analizar la basura cruda, para poder obtener su composición fisicoquímica y así poder estar enterado a que se deben las variaciones que existen en los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

El tamaño de la pila debe de estar dentro de un intervalo de medidas, porque sino es así dificulta el proceso, esto se refiere a que daría mas trabajo voltear una pila grande que una más pequeña, también llegaría a afectar un poco la fermentación aeróbica, haciendola un poco más lenta.

Los volteos se deben de llevar a cabo para que sea un proceso aerobio-termofílico, por lo que se evita la putrefacción y se inicia la destrucción de los gérmenes patógenos, roedores y moscas.

Es necesario tener un control de la temperatura y humedad de la pila; porque existe la alternativa de que si la pila se encuentra con un porcentaje bajo de humedad, ésta se puede incendiar - debido a la formación de gases (metano, bióxido de carbono, -- etc.), cuando se llega a una temperatura alta ($\pm 80^{\circ}\text{C.}$), es necesario agregar agua, pues en otra forma al alcanzarse el período termofílico la evaporación llega a ser tan alta que el -- contenido de agua no es suficiente, para mantener el proceso. Y cuando existe un exceso de humedad en la pila, trae consigo problemas en la molienda y la posibilidad de que la plasticidad de la materia orgánica obstruya los conductores naturales de ventilación, esto evitaría que se efectuara una fermentación aeróbica. El porcentaje de humedad que debe tener una pila es de 43 a 55%, para que se obtenga un buen producto final (composta). El procedimiento para la selección de las muestras, debe de considerarse el tamaño de la pila, porque de acuerdo a eso se toman muestras de diferentes lugares el mismo día, luego se mezclan entre ambas, para que se obtenga una sola muestra representativa de toda la pila.

Las muestras seleccionadas se deben de secar a la temperatura ambiente si se llegan a secar a temperaturas altas, dichas muestras llegan a perder cierta cantidad de los elementos que se de sean determinar mediante los análisis.

La materia orgánica preparada bajo una dirección técnica, según los procedimientos patentados (3), es el producto de la fermentación aeróbica y dirigida de residuos orgánicos previamente seleccionados y debidamente triturados para su mejor empleo. Constituye el abono orgánico más completo y eficaz que puede fabricarse actualmente. El contenido en materia orgánica de un suelo es un índice de su fertilidad. La materia orgánica en sí puede-

no considerarse como un nutriente, que pueda ser tomado directamente por las raíces de las plantas; sin embargo, un suelo con un bajo contenido en materia orgánica no puede nunca dar cosechas que sean económicamente rentables.

La relación C/N, este es el contenido de carbón a nitrógeno y es función directa del carácter y origen de los desechos mismos. Si la relación es muy alta, o sea la cantidad de carbono es mayor que la de nitrógeno, los microorganismos utilizarán todo el nitrógeno disponible y únicamente la cantidad necesaria de carbono para suministrar energía requerida en el metabolismo del nitrógeno. Esto propiciará un metabolismo lento del material procesado ya que se necesitan mayor número de ciclos biológicos para consumir el carbono disponible, primero en los materiales que originan la putrefacción y luego convirtiéndolos a bióxido de carbono hasta lograr que la relación C/N alcance un nivel adecuado, para lograr la estabilización de la masa total de desechos. La experiencia ha demostrado que la relación C/N más favorable se encuentra entre 12 y 20 . Prácticamente no se encuentra en ningún tipo de basura relaciones inferiores a 12, pero si superiores a 25 por lo cual se hace necesario extraer productos tales como papel y cartón, para reducir esta relación. Si la composta no está suficientemente estabilizada, hará que el nitrógeno disponible en el suelo, sea utilizado por la misma composta en su estabilización final, perjudicando al suelo en lugar de ayudarlo.

Por lo que se concluye que lo mas acertado será, llevar a cabo un control minucioso de cada pila, hasta que llegue a su completa maduración. Así al mandar este producto al mercado se sabría que está libre de microorganismos y se podría confiar de que no habrá consecuencias posteriores.

Discusión de los resultados experimentales obtenidos por el análisis de suelos, composta y cosecha (betabel).

Con respecto a estudios y pruebas realizadas con anterioridad - (3,5,12,15) se observó que en las parcelas utilizadas para efectuar este estudio teniendo una importancia en primer termino la textura o perfil del suelo, el cual nos dará la calidad del suelo a cultivar. El suelo utilizado según las pruebas efectuadas resultó ser migajón arenoso, en una profundidad de 0 - 20 cm. - de excelente calidad, en la superficie migajón limoso de 20 a - 80 cm. de regular.

En la actualidad existen 32 propiedades del suelo, las cuales nos determinarán el tipo, calidad y evaluación del mismo. De la 1a. a la 5ta. son propiedades externas; como erosión, escurrimiento, pendiente, microrrelieve; todas estas propiedades son condiciones externas las cuales se deben determinar en el campo directamente.

De la 6ta. a la 16ava. son condiciones físicas entre las cuales sobresalen por su importancia, el color, profundidad, permeabilidad, densidad, pedregosidad, textura, estructura, consistencia, drenaje interno y capacidad retentiva de agua, en su mayoría estas propiedades se deben determinar en el campo pero tambien es necesario comprobarlas en el laboratorio para conocer con exactitud sus propiedades.

De la 17ava. a 27ava. son propiedades químicas entre las cuales se mencionan por su importancia, materia orgánica, nitrógeno total, pH, contenido de sal sodica, cantidad asimilable de fósforo, potasio y elementos menores como zinc, cobalto, fierro, mercurio, y nivel de fertilidad, las cuales en su mayoría son de--

-terminadas en el laboratorio.

De la 28ava. a la 32ava. son condiciones que no representan mayor importancia salvo la composición mineralógica del suelo, el clima, clase y cantidad de vegetación nativa, etc.

Algunas de estas propiedades son determinadas en el campo y -- otras se requiere su análisis en el laboratorio.

A continuación se hace una pequeña descripción de las propiedades del suelo antes mencionadas, haciendo notar que solo mencionaremos las más importantes.

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: (19,20,21)

- A- Erosión, por lo general todos los suelos que tienen alguna pendiente y poca vegetación se erosionan con la eliminación de la cubierta vegetal protectora, la lluvia intensa intensifica la erosión, el pastoreo, labores de cultivo poco adecuadas y la fuerza del viento, son algunos de los factores que casi siempre afectan la superficie del suelo.
- B- Desplazamiento de la tierra. Por lo general donde se ha acumulado excesivamente el agua en el subsuelo (lluvia, riego) con frecuencia ocurre en terrenos de arcilla endurecida como el utilizado, por lo que la superficie se va deslizando poco a poco en las capas superiores.
- C- Drenaje externo o escurrimiento, por lo general todos los -- suelos tienen su propio sistema de drenaje en la superficie -- esto se observa cuando el agua se acumula en la superficie -- por algún tiempo, por lo que el drenaje del agua será muy -- lento debido a la constitución del suelo (textura) en esta etapa recibe la denominación de suelo inundado.

CONDICIONES FISICAS DEL SUELO: (20,21,22,23)

A- Color del suelo, esta propiedad es muy importante en los suelos en general, para conocer uno o más factores de formación bien puede ser; vegetación, clima y rocamatriz, el suelo utilizado en la experimentación esta dentro de la clasificación de suelo poroso es decir que tiene una buena calidad para la agricultura, al mismo tiempo está dentro de la clasificación de pradera el cual nos indica que tiene una gran cantidad de materia orgánica en relación con otras clases de suelos existentes.

B- Profundidad del suelo, el cual es muy importante para toda clase de suelos pues de ello dependerá el volumen de agua -- almacenada o absorbida para que exista el desarrollo de cualquier tipo de plantas, en nuestro caso la profundidad de cultivo fué de 0 a 30 cm. lo que ocasionó que el suelo se resacara muy rapido en la superficie y a una profundidad de 0 a 80 cm. se encontro bastante humedad en pruebas efectuadas pero la salinidad del suelo impedia que la humedad subiera hacia la superficie, como se mencionó anteriormente el suelo utilizado es muy salino por encontrarse en los extremos del Lago de Texcoco.

La profundidad empleada impidio en parte que el cultivo se desarrollara más, pero como se trato de una hortaliza no es necesario una profundidad mayor de 50 cm.

C- Densidad del suelo (porosidad). Todos los suelos tienen -- densidad lo que nos permite determinar su dureza y suavidad. Generalmente la densidad es utilizada con el sentido de con-

-sistencia y estructura. El suelo utilizado esta dentro de la clasificación de suelo poroso de consistencia quebradiza.

D- Textura del suelo. Es el grosor o finura del mismo lo que nos permitirá conocer el tamaño de las partículas y tipo de suelo. El suelo que se analizó fué tamizado a un diámetro de 0.1 a 0.5 mm. y como consecuencia de esta operación obtuvimos una arena muy fina por la estructura (textura), la cual es determinada por el análisis mecánico en el laboratorio y arrojó el siguiente resultado con respecto al tipo de suelo que es migajón limoso en la capa superior y migajón limoso arcilloso en el subsuelo. Para conocer su textura es necesario basarse en la siguiente composición de material; de una muestra dada del 27 al 40% tenemos arcilla, menos del 20 por ciento de arena y 40 a 70% migajón. Otra de las características es que tiende a formarse terrones cuando el suelo se reseca esto complica la consistencia del mismo, pues se vuelve duro para rotar o preparar para futuras siembras y cuando esta humedo el terreno se vuelve un poco plástico en la capa superior lo que permite soportar mucho manejo manual.

E- Consistencia del suelo, nos permite conocer la dureza o suavidad del suelo, en las labores de labranza para ponerlo en buenas condiciones físicas ya sea para la siembra o para el desarrollo de plantas de cultivo.

F- Drenaje interno, los suelos de textura gruesa o quebradiza drenan el agua a través de su perfil muy rapidamente, el suelo utilizado entra en esta clasificación por lo que tiene una disponibilidad para aprovechar el agua y lograr una me---

-jor fertilidad en las plantas, el gasto de agua sera de mas o menos el 5% de la capacidad del terreno esta medida permite determinar en forma directa la humedad conservada durante el cultivo de cualquier planta sembrada.

CONDICIONES QUIMICAS DEL SUELO: (14,19,22,23,24)

- a) Materia orgánica, la materia orgánica del suelo es la parte que se pierde con la calcinación del sol en la superficie -- del suelo en general, en el campo la materia orgánica se conoce principalmente por el color del suelo, la estructura física y el peso ligero, el suelo utilizado esta dentro de la -- clasificación de terrenos pardos oscuros por lonque su conte nido de materia orgánica esta dentro de los rangos estableci dos internacionalmente y es de 2 a 4% de materia orgánica es to se significa que el suelo requiere de una aplicación de -- abonos verdes, estiercol y fertilizantes orgánicos.
- b) Nitrógeno, es aproximadamente el 5% de la cantidad orgánica del suelo oscuro, esto quiere decir que es muy bajo en conte nido de nitrógeno y solo con abonos químicos se puede recupe rar un terreno bajo de nitrógeno.
- c) pH, la relación del suelo designa acidez o alcalinidad por -- medio de la determinación del pH. El pH determinado en el -- suelo utilizado fué de un pH alcalino teniendo un resultado de 9.3, esto quiere decir que el pH alcalino = 8.5 indica la existencia de gran cantidad de sodio, en todo tipo de suelos es necesario conocer su pH para determinar la acción dañina -- hacia la constitución del suelo, plantas u otra clase de cul

-tivos por la existencia de alcalis, la salinidad calculada solo se lograra eliminarla por constante aplicación de tierra lama, abono químico, composta, etc.

- d) Nivel de fertilidad del suelo: El nivel de fertilidad -- nos dará la capacidad para suministrar nitrógeno, fósforo, - potasio y elementos menores, al suelo que requiera de alguno de estos elementos, cada nivel del suelo tiene un diferente grado de fertilidad propia la cual es comprobada por el -- uso de diversos fertilizantes en el campo.

Despues de presentar un pequeño análisis de algunas de las propiedades de los suelos se puede decir lo siguiente.

Con respecto a los estudios realizados anteriormente en el laboratorio, al compararlos con los resultados obtenidos en la investigación efectuada se puede decir que estan dentro del rango de aceptación. Si se observa en la gráfica tres se notará que - el crecimiento del producto sembrado (betabel) teniendo una - aplicación de (14.02, 28.05, 56.10, 40.25 Kg./Hectárea) composta tuvo un crecimiento muy rapido inicialmente por la eliminación de la salinidad depositada en las diferentes capas del - suelo, la cual fue absorbida por la composta aplicada en las -- parcelas (3,4,6,7). Despues de transcurrido un tiempo la salinidad subira poco a poco a la superficie del suelo hasta llegar a la saturación obstruyendo el crecimiento del producto sembrado, pero con la aplicación de composta en cada período de siembra se logrará eliminar la salinidad en suelos altamente alcalinos, ya que la composta tiene la particularidad de absorber humedad hasta cuatro veces su peso. En las parcelas uno y dos que

tuvieron una aplicación de 280.50 y 561.00 Kg. respectivamente, para obtener un rendimiento teórico por hectárea de 100, 200 -- ton./hra. el crecimiento inicial fue muy disparejo, pero en la semana doce se presenta una mejoría en la planta (hojas, tallo y altura) esto se debió como ya se dijo a la absorción de la salinidad en las parcelas, haciendo una comparación con la parcela testigo (cinco) sin aplicación de composta se notó en la parcela testigo que a los nueve días de sembrado el producto -- este brotó, en cambio en las parcelas que tuvieron mayor aplicación de composta se retardó cinco días el brotamiento de la semilla, esto se comprobó posteriormente en el laboratorio que la diferencia detectada se debe al lavado del suelo en la parcela testigo por la constante aplicación de agua en los riegos iniciales esto no sucede en las parcelas con aplicación de composta por la característica anotada anteriormente.

El tiempo de cultivo fue de 100 días efectivos, en los cuales -- la planta de cultivo alcanza su máximo desarrollo. Después de -- dicho tiempo, la planta se va deteriorando por los efectos de -- la salinidad del suelo, así como de la composta (elementos químicos).

De la tabla doce se puede hacer un análisis con respecto al diámetro promedio del producto final (betabel) por parcela se -- observa que para el diámetro promedio existe una mejoría en las parcelas tres, cuatro y seis en relación con la parcela testigo (cinco), se puede inferir que la composta ayuda al mejor desarrollo de la planta.

Así también se nota el incremento del número de muestras representativas del producto final en la parcela uno, con respecto a la parcela testigo, no sucede lo mismo con las otras parcelas. -- Se puede explicar que es debido al tiempo que duró almacenada --

la semilla y se pudrió una parte, lo que impidió que estuviera en condiciones óptimas, por lo que no se obtuvo mayor número de productos finales, así también a otras causas no controlables, esta misma observación se puede notar en el peso neto del producto final obtenido por parcela.

Nomenclatura utilizada en las tablas de resultados de los análisis fisicoquímicos.

H. = Humedad

Cn = Cenizas

D.A. = Densidad aparente (gr./cc.)

M.O. = Materia orgánica

N_t = Nitrógeno total

C. = Carbono

C.E. = Conductividad eléctrica

A.C. = Amonio canjeable

Hm = Humus

P. = Fósforo

C.I.C.T. = Capacidad de intercambio catiónico total

pH = Potencial de hidrógeno

C/N = Relación carbono/nitrógeno

M.A. = Migajón arenoso

M.L. = Migajón limoso

T. = Textura

ppm = Partes por millón

F.T.M. y H. = Fecha de toma de muestra y humedad

T.A. = Temperatura ambiente

T.P. = Temperatura de la pila

Hr.T.M.T. y H. = Hora de toma de la muestra, temperatura y humedad

V.E. = Volteo efectuado

P.T.M. = Profundidad en que fué tomada la muestra.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES.

De acuerdo a la experiencia obtenida durante el desarrollo de la investigación realizada en el aspecto bibliográfico y experimental, podremos mencionar técnicamente algunas recomendaciones que podrán ser aplicadas en forma inmediata o futura, para la obtención de un mejor producto final (composta), y a la vez tener un mejor rendimiento de productos cosechados, con la aplicación planificada de la composta.

Debido al exceso de alimentación que existe en las bandas de clasificación de los desechos sólidos, no se puede contar con una mejor clasificación manual de los subproductos (papel, cartón, chatarra, etc.), para un mejor control de calidad en el producto final (composta).

Es necesario contar con un separador magnético más grande; el que existe en la planta de desechos sólidos es pequeño, y esto está en base a que en la composta se encuentran objetos metálicos pequeños.

Es importante contar con más trascabos, para poder llevar a cabo los volteos de las pilas y también poderlas trasladar a los patios de fermentación y reposo. Es esencial contar con más bombas para poder efectuar los riegos de las pilas y así tener un mejor control sobre el porcentaje de humedad recomendada en las pilas.

Hace falta la necesidad de contar con más vehículos, para poder llevar a cabo una buena recolección de basura en la Ciudad de México, pues los existentes son insuficientes, así como una me-

-jor planificación de rutas en toda la ciudad.

Para poder obtener un mejor aprovechamiento de la basura, es necesario la construcción de más plantas industrializadoras de desechos sólidos, a la vez se evita la contaminación del medio y se suprime los tiraderos clandestinos.

Dos de las ventajas más importantes de convertir desechos urbanos en composta, es que se trata de un procedimiento higiénico y que el producto final se vende, lo que permite obtener algunos dividendos a cambio de tanto gasto que se originan en la recolección y procesamiento de desechos sólidos en la Ciudad de México.

Uno de los problemas observados durante nuestra estancia en la planta, es la carencia de un departamento de publicidad y ventas para la distribución y ventas de la composta y subproductos evitando con esto la acumulación actual que se observa en los patios de maduración de la planta, esto tiene una explicación de carácter político, para justificar los presupuestos que se asignen a la dirección de servicios urbanos.

Otro factor importante es la nula publicidad del producto elaborado en la planta, pero si existiera en el medio rural campesino traería un beneficio al abrir un mercado seguro con el pequeño propietario, debido al bajo costo de la composta en comparación con otros abonos químicos.

Una observación importante sería recomendar a la Dirección de Servicios Urbanos, Secretaría de Salubridad y Asistencia y asimismo a la Subsecretaría del Mejoramiento Ambiental, el intensificar una labor publicitaria de concientización de la sociedad en general, para que se evite el tirar la basura en las vías públicas, lotes baldíos, etc., evitando con esto la proliferación de insectos, roedores, enfermedades, etc.

Es necesario que las autoridades respectivas, den todo el apoyo necesario a los programas de investigación en el área de cultivos experimentales dotandolos con parcelas en diferentes lugares, para así tener una mayor información de resultados comparativos en el área de utilización técnica de la basura, es necesario darle otra salida, bien puede ser en la fabricación de bloques para construcción o la obtención de alimentos para ganado, etc...

Para concluir esté capítulo de recomendaciones se llegó a la conclusión de que el método empleado (composteo), es el más indicado por su bajo costo de inversión inicial para despues volverse autosuficiente económicamente, pero la finalidad realde operación de la planta es la de buscar una salida a la gran cantidad de basura generada en la Ciudad de México, la cual eslograda en forma parcial por la pequeña capacidad de producción de la planta; otro objetivo fundamental es la de evitar la contaminación del medio ambiente, producidos por los constantes incendios que son originados por la gente, sin fijarse en el daño que esto ocasiona a la ecología del medio, con la creación de otras plantas industrializadoras de desechos sólidos en el Distrito Federal o sectores suburbanos, se lograría disminuir la contaminación producida por la basura y a la vez traería un beneficio a la sociedad, se crearían fuentes de trabajo para todos los sectores, incorporandose a la sociedad a gente marginada que opera en los tiraderos oficiales.

BIBLIOGRAFIA

1) Martínez L. Luis A.

Proyecto para el manejo de desechos sólidos en la Ciudad de Tijuana B. C. Tesis profesional.

Fac. de Quim. de Cd. Universitaria (1974)

2) Elías M. Ma. de los Angeles

Planta industrializadora de desechos sólidos. Tesis profesional.

ENA de Cd. Universitaria (1976)

3) López G. Jaime, Vidal F. M. y Pereira M. José

Basura urbana recogida, eliminación y reciclaje.

Primera edición

Ed. Tec. Asds. S.A., Barcelona-España (1975)

4) Leal L. Hermilo y Monroy H. Oscar A.

Disposición final de los residuos sólidos municipales en el Puerto de Acapulco Gro. Tesis profesional.

Fac. de Quim. de Cd. Universitaria (1974)

5) Jordán C. Francisco B.

Aprovechamiento de residuos urbanos para la fabricación de abono orgánico. Tesis profesional.

Fac. de Agr., Universidad de San Carlos. Guatemala (1968)

6) Manual de operación de la planta industrializadora de desechos sólidos.

Departamento del Distrito Federal (1974)

7) Zavaleta P. Martín

Estudio para la obtención de composta a partir de desechos sólidos de Santa Cruz Meyehualco. Tesis profesional.
ESIQUE-IPN (1976)

8) Morales F. Bonifacio

Optimización de la basura. Tesis profesional.
Fac. de Quim. de Cd. Universitaria (1974)

9) Rubio M. David

Evaluación de residuos orgánicos estabilizados, obtenidos del basurero de Monterrey, N. L., desde su punto de vista de su utilización agrícola. Tesis de maestría.
I.T.E.S.M. (1974)

10) Camacho M. Sergio

Estudio sobre la industrialización de desechos sólidos por el método de pirólisis. Tesis profesional.
ESIQUE-IPN (1977)

11) Métodos de muestreo y análisis de los desechos sólidos.

Dirección General de Servicios Urbanos, D. D. F. (1973)

12) García L. Luis F.

Algunos intentos de fermentación y transformación de basuras a humus. Tesis profesional.
Fac. de Ciencias de Cd. Universitaria (1969)

13) Estadística de control de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal (1977)

- 14) Rivera M. Javier
Consideraciones sobre los problemas de salinidad en los
suelos agrícolas. Tesis profesional.
E.N.A. de Chapingo (1957)
- 15) Estadística de investigaciones efectuadas en el laborato-
rio de la planta industrializadora de desechos sólidos del
Distrito Federal.
- 16) Manual de operación del laboratorio de la planta industria-
lizadora de desechos sólidos.
Departamento del Distrito Federal (1976)
- 17) Perkin Elmer
Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry
The Perkin Elmer Corporation, U.S.A. (1973)
- 18) Jackson M. L.
Soil Chemical Analysis.
Ed. Omega, S.A. Barcelona (1958)
- 19) Storie R. Earl
Manual de evaluación de suelos.
Quinta edición.
Ed. UTEHA. México D.F. (1970)
- 20) Velázquez H. Antonio
Física de suelos, principios y aplicación.
Sexta edición.
Ed. LIMUSA, México D.F. (1972)

- 21) Suárez de Castro Fernando
Conservación de suelos.
Primera edición.
Ed. Colección agrícola Salvat, Barcelona-España (1956)
- 22) Aguilera H. Nicolás
Características de perfiles de suelos orgánicos. Tesis
profesional.
E.N.A. de Chapingo (1959)
- 23) Perdomo Rodolfo
Ciencia y tecnología del suelo.
E.N.A. de Chapingo (1970)
- 24) Mela M. Pedro
La materia orgánica de los suelos.
Segunda edición.
Ed. Agronomicas, México D.F. (1963)