

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores  
"CUAUTITLAN"



RECOLECCION SELECTIVA Y APROVECHAMIENTO  
DEL MATERIAL ORGANICO DE DESECHO EN  
CIUDAD UNIVERSITARIA.

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERA AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
MARIA LUISA ESPINOSA GUZMAN



## **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 está 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.

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS .....	i
LISTA DE CUADROS DEL APENDICE .....	ii
RESUMEN .....	iii
1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. ANTECEDENTES	
3.1 Importancia del material orgánico de desecho ....	3
3.1.1 Tipos de material orgánico de desecho ....	4
3.1.2 Disposición de los desechos .....	4
3.2 Transformación y aprovechamiento de los desechos - orgánicos .....	7
3.2.1 Conceptos básicos .....	7
3.2.2 Factores que condicionan la descomposición - del material orgánico de desecho .....	8
3.2.2.1 Microorganismos .....	8
3.2.2.2 Temperatura .....	9
3.2.2.3 Humedad .....	10
3.2.2.4 Aireación .....	11
3.2.3 Condiciones que favorecen la descomposición del material orgánico de desecho .....	12
3.2.3.1 Relación carbono-nitrógeno (C/N) ...	12
3.2.3.2 Adición de inóculos .....	13
3.2.3.3 pH .....	15
3.2.3.4 Trituración .....	15
3.2.3.5 Condiciones climáticas .....	16
3.2.4 Métodos recomendados para su procesamiento	
3.2.4.1 Reciclaje tradicional .....	16
3.2.4.2 Reciclaje mecánico .....	19
3.2.5 Evaluación del material	
3.2.5.1 Tiempo de transformación .....	20
3.2.5.2 Composición química .....	22
3.2.5.3 Calidad del material .....	24
3.2.6 Aprovechamiento .....	24
3.2.6.1 Como sustrato en propagación .....	25

3.2.6.2 Efecto fertilizante .....	25
3.2.6.3 Amortiguador y mejorador del suelo..	26
3.2.6.4 Dosis de aplicación .....	27
3.2.6.5 Ventajas y desventajas .....	28
4. MATERIALES Y METODOS	
4.1 Ubicación física y características de la zona de - trabajo .....	30
4.2 Fuentes de material orgánico de desecho y su reco- lección .....	34
4.3 Cuantificación del material orgánico de desecho -- recolectado por zona en la estación de otoño ....	37
4.4 Reciclaje del material orgánico de desecho .....	37
4.5 Empleo del material como sustrato de enraizamiento	38
4.6 Enriquecimiento del material con aditivos y suge- rencia de 4 mezclas .....	39
4.7 Análisis económico y volumétrico de las necesida- des en el Vivero Bajo de Ciudad Universitaria ....	40
5. RESULTADOS Y DISCUSION	
5.1 Cuantificación del material recolectado por zona - en la estación de otoño .....	44
5.2 Reciclaje del material orgánico de desecho .....	45
5.2.1 Análisis químico del material .....	45
5.2.2 Análisis foliares .....	47
5.2.3 Análisis de suelos .....	47
5.3 Respuesta al enraizamiento de <i>Pilea Pilea haiderei</i> y Hiedra sueca <i>Plectranthus oertendahlii</i> .....	51
5.4 Enriquecimiento del material con aditivos .....	53
5.5 Análisis económico y volumétrico del material orgá- nico de desecho en Vivero Bajo de Ciudad Universi- taria .....	53
6. CONCLUSIONES .....	55
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
APENDICE .....	59
BIBLIOGRAFIA .....	68

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

## CUADRO

1	Tipos de material orgánico de desecho .....	5
2	Composición química de diferentes compostas .....	23
3	Vegetación del área de estudio (natural) .....	34
4	Vegetación del área de estudio (inducida) .....	35
5	Recomendaciones nutrimentales para las plantas ornamen- tales en general, en relación a la composta en estudio	40
6	Mezclas sugeridas en Kg / m <sup>3</sup> .....	41
7	Cantidad de material orgánico en m <sup>3</sup> / mes .....	44
8	Promedio de los resultados de 4 compostas .....	46
9	Análisis foliares de 7 especies de jardín .....	48
	en materia seca	
10	Resultados de análisis de suelos de las zonas de estu- dio .....	50
11	Respuesta de Pilea <i>Pilea hadierei</i> al enraizamiento --- (promedios) .....	51
12	Respuesta de Hiedra sueca <i>Plectranthus oertendahlii</i> al - enraizamiento (promedios) .....	51

## FIGURAS

1	Célula Frazer - Eweson .....	21
2	Ubicación de las áreas de estudio en Ciudad Universita- ria .....	31
3	Cajonera de propagación .....	43

## LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

1	Lista florística de la vegetación natural e inducida..	60
2	Cuantificación del material orgánico de desecho en el mes de septiembre .....	63
3	Cuantificación del material orgánico de desecho en el mes de octubre .....	64
4	Cuantificación del material orgánico de desecho en el mes de noviembre .....	65
5	Análisis químico de 4 muestras de compostas en porcentaje total de materia seca .....	66
6	Análisis químico de la composición total en 100 gramos de composta de 4 muestras .....	67

## RESUMEN

El aprovechamiento de los desechos orgánicos no ha sido efectivo, a pesar de las ventajas que éstos ofrecen, sólo se utilizan aquellos demandados por los agricultores como es el caso de los estiércoles animales y los subproductos agrícolas.

El objetivo principal de esta investigación es el de evaluar la recolección selectiva del material orgánico de desecho en Ciudad Universitaria para su aprovechamiento mediante su procesamiento.

La investigación abarcó los siguientes puntos:

- a) Se recolectó y procesó el material orgánico de desecho.
- b) Se le dió un empleo como sustrato de enraizamiento.
- c) Se presentó una sugerencia de enriquecimiento del material procesado para uso específico de trasplante.
- d) Se realizó un análisis cuantitativo, cualitativo y económico - en tres zonas representativas de Ciudad Universitaria (zonas 7, - 13 y Vivero Alto).

Los resultados mostraron que la cantidad de material orgánico de desecho generado durante la estación de otoño en el área de estudio fué de  $249.9 \text{ m}^3$ .

Para procesar el material se empleó el método tradicional manual que duró tres meses. Se realizaron análisis químicos de la composta resultante del proceso, y mostraron que es un producto de calidad aunque presentó deficiencia de potasio.

La respuesta de *Pilea hederifolia* y *Plectranthus oertendahlii* al enraizamiento dió un total de 94 % y 90 % de estacas enraizadas - respectivamente. El mejor tratamiento fué 50:50 (agrolita y composta) de acuerdo a los parámetros evaluados ya que presentaron mayor crecimiento de tallo, mayor número de hojas, de un color verde intenso y además brotes vigorosos.

Del análisis económico y volumétrico se obtuvo que se requieren  $360 \text{ m}^3$  de tierra al año y un presupuesto de dos millones de pesos exclusivamente para trasplante en Vivero Bajo (dato de 1986).

Se concluyó que si se reciclan los  $249.9 \text{ m}^3$ , se obtiene  $188 \text{ m}^3$  a partir de la transformación y se necesita  $360 \text{ m}^3$  al año en los

viveros para uso específico de trasplante y propagación; el dato - obtenido da la mitad de los requerimientos considerando sólo la es tación de otoño, reciclándose el material en las estaciones del -- año restantes, se alcanzaría a cubrir fácilmente las exigencias a-- nuales.

Paralelamente al presente trabajo se realizaron observaciones de la problemática agrícola de las áreas de estudio, mismas que se señalan para posibles modificaciones en beneficio de un mayor apro vechamiento del material y los recursos humanos involucrados.

## 1. INTRODUCCION

En los últimos años se ha acentuado un déficit en el abastecimiento de productos de calidad necesarios para la agricultura, tal es el caso de los fertilizantes, los abonos y los mejoradores de suelo, lo cual se debe principalmente a la situación económica que prevalece en nuestro país; por otra parte la crisis mundial de energéticos que repercute en la producción y precios de fertilizantes, ocasiona una escasez de estos productos obligando a plantear un uso racional de los mismos y a buscar la creación de nuevos sustitutos, como el uso de los desechos (subproductos orgánicos) transformados en material orgánico.

Los subproductos orgánicos provienen de diversas fuentes; -- por su origen, pueden ser agropecuarios, agroindustriales, de la explotación forestal, basuras municipales y de jardinería entre otros (Soc. Mex. del suelo, 1975) y han sido empleados en la mayoría de los casos para la agricultura desde sus inicios, considerándose como parte de los recursos naturales que se encuentran -- disponibles en forma de desechos y son susceptibles de aprovechamiento.

Por muy diversas razones los subproductos orgánicos no son aprovechados en su totalidad, tal situación ha conducido a algunos investigadores al intento y solución de este problema sugiriendo como utilizarlos y transformarlos, como Oelshlegel et al, (1969) y Moon (1979), quienes han reportado la elaboración de empaclados a partir de los subproductos orgánicos de las plantas empacadoras de productos vegetales obteniendo resultados favorables.

En algunos países como Estados Unidos han realizado investigaciones para transformar los desechos orgánicos en productos de gran utilidad para la agricultura, eliminando así los tiraderos de basura y construyendo en su lugar plantas transformadoras de subproductos orgánicos en abono orgánico (Hershalt, 1972).

En la ciudad de Ottawa (Canadá), se colecta las hojas de calles y parques, materiales que son transformados a compostas y utilizados en el vivero de Leitrim para el encamado de flores y árboles (Harrison et al, 1982).

Actualmente el aprovechamiento de todos los desechos en Ciu-

dad Universitaria como casi en la totalidad de la ciudad de México es nulo, ya que los desechos urbanos son desalojados en áreas poco propicias y en algunos casos son eliminados en plantas incineradoras de basura.

Como complemento a las actividades de recolección que se realizan de la "basura" y desechos orgánicos en Ciudad Universitaria, el presente trabajo constituye una alternativa de una posible solución, que surge de una necesidad que tiene la misma UNAM y que es el suministro de material orgánico utilizado en propagación, - trasplante de plantas en las áreas de viveros, enriquecimiento de las áreas de jardín y en campos deportivos.

De esta manera se realizará un análisis que incluye los siguientes objetivos:

## 2. OBJETIVO GENERAL

Se evaluará la recolección selectiva del material orgánico - de desecho en Ciudad Universitaria para su aprovechamiento mediante su proceso.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

a) Se recolectará, procesará y enriquecerá el material orgánico de desecho de las zonas 7, 13 y Vivero Alto de Ciudad Universitaria para aprovecharlo en la propagación, trasplante y enriquecimiento de plantas y prados.

b) Se realizará un análisis cuantitativo, cualitativo y económico del material orgánico de desecho de las zonas 7, 13 y Vivero Alto para conocer la factibilidad de su empleo.

### HIPOTESIS

La recolección selectiva del material orgánico de desecho y su aprovechamiento permitiría resolver las necesidades de sustrato orgánico en viveros de Ciudad Universitaria.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Importancia del material orgánico de desecho.

En los últimos años se ha puesto interés en la basura (desechos o residuos), ya que son materiales que se obtienen en grandes volúmenes una vez utilizada la materia prima.

Los materiales de tipo inorgánico se recolectan y son reciclados como en la industria papelerá, férrica y hulera; sin embargo con los residuos orgánicos no sucede lo mismo.

En México los residuos orgánicos son aprovechados en algunos casos, por ejemplo, el bagazo de caña de azúcar, donde se utiliza alrededor de un 50% como combustible y en la fabricación de papel dado que los usos alternativos del bagazo es el industrial por -- más redituable; sin embargo, debe buscarse el aprovechamiento del otro 50% aproximadamente 5 millones de toneladas (dato de 1972) que no son procesadas en su totalidad. En otras industrias, los -- desechos orgánicos no son utilizados como en la vitivinícola, don-- de se estima que se arroja 7 000 Ton de orujo y 50 000 Ton de residuos en las empacadoras y enlatadoras (Humbert, 1972).

En la fresa se calcula que de cada 7 kilogramos de fresa entera que se conduce a una empacadora para congelarse o industrializarse como conserva, 1 kilogramo se desecha.

En la zona de Irapuato, durante los meses de cosecha, las em-- pacadoras tiran el año mediante trituración alrededor de 12 Ton -- diarias de ese cultivo con el consiguiente deterioro ambiental -- (Economía Agrícola, 1979-80).

Pero no son sólo las industrias las que presentan este problema, sino también las diferentes ciudades. En la ciudad de Kitchener, Ontario (Canadá), se genera 7.25 kg de basura por familia a la semana con el respectivo menoscabo del medio ambiente (Superida, 1981). Un estudio elaborado por el Centro de Ecodesarrollo en 1982, mostró que cada hogar del Distrito Federal, genera un -- promedio de 2 300 gramos diarios de desechos orgánicos constituidos en su mayoría por carbohidratos (Rev. Consumidor, 1983).

### 3.1.1 Tipos de material orgánico de desecho.

Todos los restos vegetales o animales encontrados en la industria, en la propiedad privada, granja, etcétera forman parte de los desechos orgánicos y pueden ser utilizados para preparar abono orgánico o composta (ver cuadro 1).

Los vegetales generalmente son ricos en carbono y relativamente pobres en nitrógeno y son de difícil fermentación por sí mismos, pero si se adiciona algún inóculo son reciclados fácilmente (Kiehl, 1980). Estos contienen grupos de sustancias como ceras, grasas, resinas, proteínas, carbohidratos simples y complejos, lignina y otros compuestos, siendo más altos en pentosas y celulosa y bajos en nitrógeno (Jones, 1972).

La lignina es un constituyente vegetal que no es atacado rápidamente por los microorganismos y se acumula en el suelo formando parte del humus del mismo (García, 1969).

Con relación a la proporción carbono-nitrógeno (C/N), Jones (1972) afirma que las partes vegetales celulosíticas como pajas o cascáras de cereales tienen una relación C/N de 60:1 a 80:1, las leguminosas tienen cerca de 30:1 y los de aserrín de madera de 500:1 a 600:1, el pH de los vegetales es generalmente ácido (5 - 6); éste mismo autor reporta que cuando los materiales contienen nitrógeno excedente de 1.2% en base seca se pudren rápidamente bajo humedad ligeramente alcalina y en condiciones aeróbicas.

Los materiales de origen animal contienen mayor cantidad de nitrógeno que de carbono por lo que son considerados ricos en este elemento (Alvarez y Cruz, 1986) y se fermentan más fácilmente (Superida, 1981). Estos materiales contienen carbohidratos tales como hexosas, pentosas, glucosa, celulosa y proteínas entre otros, tienen una relación C/N que varía de 6:15 a 8:20 y un pH alto (Jones, 1972).

### 3.1.2 Disposición de los Desechos.

La búsqueda de soluciones para eliminar la basura generada por las industrias o ciudades ha conducido a disponer de ésta clasificándola en dos categorías; según Levi et al (1955): las que procuran la destrucción o inutilización completa de los desechos, estos sistemas suprimen la basura sin aprovechar sus beneficios y

CUADRO 1 TIPOS DE MATERIAL ORGANICO DE DESECHO

MATERIAL DE ORIGEN VEGETAL

Desperdicios domésticos  
Frutas, legumbres, residuos de jardín, hojarasca contenidos de limpieza -- (polvos) y otros.

Residuos industriales.

Bagazo de caña de azúcar, cascarilla, borra y pulpa de café, orujo de uva, jugos y cáscaras de frutas.

Otros.

Plantas cultivadas como los tréboles, malezas de nabo, trébol y lirio acuático, pencas de maguey, hojas secas y frescas, tallos vegetales, rastrojos y residuos de madera: aserrín, trocitos de leña y papel picado.

También incluyen otros materiales tales como las aguas de drenaje y lodos activados y todo lo que es susceptible de fermentarse.

MATERIAL DE ORIGEN ANIMAL

Estiércoles de establo

Excrementos y orina de animales domésticos.

Excrementos y orina humanas.

Residuos de frigoríficos sangre, huesos molidos y en trozos, carne, orina y piel entre otros.

Cascarón de huevo, leche agria, etcétera.

los que tienden a aprovecharla utilizando procesos químicos, físicos y biológicos.

Para eliminar los desechos se utilizan los siguientes procedimientos : descarga sobre tierra; este proceso se emplea para toda clase de basura ; los desperdicios son descargados en un tiradero de terreno bajo, cuyo nivel se va elevando conforme se rellena, quedando al descubierto la basura. Este sistema es el más usual, las masas de basura fermentan provocando focos de infección en el cual se desarrollan microbios a veces peligrosos o insectos y roedores que se reproducen rápidamente porque hallan ahí su alimento en abundancia.

Relleno sanitario: es un sistema que difiere del anterior -- porque al tirar la basura, el relleno es compactado. El método -- que generalmente se sigue consiste en esparcir la basura y compactarla con una aplanadora y se recubre con una capa de 15 cm de -- tierra, aunque es más satisfactorio e higiénico que el de descarga de tierra, requiere de mayores gastos y mano de obra.

Incineración: este proceso se emplea en cualquier lugar donde no se puede o no se quiere establecer tiraderos.

Las plantas de incineración requieren de grandes instalaciones . Se descarga la basura, se almacena en un pozo, pasa a tolvas de descarga y se dirige al horno. En otros sistemas la basura se quema desde el momento de descargarla. La combustión puede resultar intermitente y con llamaradas. Este es un proceso efectivo para toda clase de basura pero es de costo muy elevado.

En Estados Unidos para aprovechar la basura, primero se separan por tipos de desecho y se procede a triturarlos, reducirlos o transformarlos (reciclados) por los siguientes métodos: los desechos se trituran y arrojan a las aguas negras produciendo gas combustible (Farallons, 1979). El principio consiste en triturar los desechos para después arrojarlos a las tuberías de desagüe, antes de tratar las aguas negras. Los desechos sólidos se asientan en un tanque de sedimentación y más tarde pasan a tambores de digestión para ser tratados en un medio anaeróbico con los lodos de aguas negras.

Otro método consiste en reducir los desechos obteniendo gra-

sas y residuos utilizables. Este proceso es un tipo de cocción - conocido como proceso Chamberlain y Cobwell, Marrison y Arnold.

Los desechos son escogidos y se cargan en grandes tanques - de digestión y se cierran, se introduce una pequeña cantidad de agua y se hace circular vapor recalentado. La masa se hierve bajo presión hasta que se desintegra, después se prensa y del sobrenadante se filtra y se extrae grasa. Se requiere de varias operaciones y de maquinaria sofisticada.

Un método mas es el biológico donde se producen abonos de gran calidad. Este proceso es manual o mecánico, requiere de -- seis meses a un año y no exige ningún control, sólo cubrir con tierra y hacer remosiones. Puede ser un proceso aeróbico o anaeróbico que necesita de factores ambientales que influyen sobre las actividades de los organismos, los cuales determinan la velocidad y el ciclo de descomposición, siendo los principales factores el triturado, su contenido de humedad, aireación, temperatura y relación inicial carbono-nitrógeno.

(Todos los sistemas considerados se tomaron de Levi et al, 1955).

### 3.2 Transformación y aprovechamiento de los Desechos Orgánicos.

#### 3.2.1 Conceptos básicos.

En general se entiende por basura al complejo de los desechos sólidos producidos por la vida y la actividad de una aglomeración humana, con exclusión de los que llevan las aguas negras y de la mayor parte de los residuos industriales. Las clases principales de materiales que comprenden las basuras urbanas son: desperdicios o escamocha que comprende los residuos sólidos vegetales y animales, las basuras de calles, ceniza, estiércol y animales muertos (Levi y colaboradores, 1955).

Todos los materiales orgánicos de desecho en forma líquida o sólida, pueden ser susceptibles de aprovecharse mediante una transformación o reciclaje denominado composta.

Levi et al (1955), Sun set editores (1974), Martínez (1974). García (1974), Monroy y Viniegra (1981) y Alvarez y Cruz (1986)-

coinciden en que una composta es el proceso de una degradación - de desechos sólidos llevada a cabo por microorganismos aeróbicos facultativos (bacterias y hongos principalmente), para producir un producto bastante estable, nutritivo y asimilable por las -- plantas.

Al producto que se obtiene al concluir el proceso de reciclaje se le suele llamar "humus", término que se emplea para designar agregados complejos de sustancias amorfas resultantes de la actividad microbiana en la descomposición de residuos de plantas y animales bajo condiciones aerobias o anaerobias. A menudo se dice que una composta es la degradación de material orgánico a humus o mantillo, sin embargo Alvarez y Cruz (1986) manifiestan que tienen las mismas propiedades, sólo que el humus es una transformación de la materia orgánica realizada por la naturaleza y es un proceso que tarda años mientras que la composta es elaborada por el hombre acelerando el proceso y la obtiene en menor tiempo.

Levi et al (1955) afirma que el humus es un material heterogéneo que incluye compuestos sintéticos (derivados de lignina, - ciertas hemicelulosas y celulosas) producidos por microorganismos, sustancias en fase de fermentación y residuos vegetales que no llegan a deshacerse. También indica que las principales características del humus son : que tiene color café oscuro a negro, es prácticamente insoluble en el agua a pesar de que parte de el puede entrar en suspensión coloidal; su razón carbono-nitrógeno es variable de 10:1 a 20:1 según el material original del suelo del que se deriva, no posee composición estable bajo el punto de vista bioquímico porque la va modificando por factores externos; demuestra una elevada capacidad de intercambio de bases para combinarse con componentes inorgánicos del suelo y para absorber -- agua.

### 3.2.2 Factores que condicionan la descomposición del material orgánico de desecho.

#### 3.2.2.1 Microorganismos.

Kiehl (1980) y Alvarez y Cruz (1986) mencionan que los principales organismos que realizan la descomposición de la materia orgánica de desecho son las bacterias, hongos y actinomicetos.

Las bacterias forman el grupo más numeroso y de menor dimensión en el suelo y son las que requieren más nitrógeno para formar la materia orgánica. Los actinomicetos viven en un ambiente de poca humedad y su presencia se detecta porque sus micelios tienen una coloración blanca como un polvo gris y son menos exigentes en los requerimientos de nitrógeno; los hongos predominan en un ambiente aerobio, son más tolerantes a los medios ácidos y requieren menor suministro de nitrógeno que las bacterias (Kiehl, 1980).

Levi et al (1955) señala que la presencia de los microorganismos es fundamental para la degradación de los desechos a composta, asimismo sostiene que son sensibles a los cambios de temperatura pudiendo dividir el proceso en dos fases: a) la fase mesofílica que presenta temperaturas de 8°C a 45°C, fase en la que se degradan los carbohidratos de fácil transformación y b) - la fase termofílica donde actúan los hongos, bacterias y actinomicetos a temperaturas superiores a 45°C siendo las bacterias -- las que degradan la celulosa, hemicelulosa y lípidos, aunque algunas son activas a temperaturas superiores a los 65°C.

García (1969) informa que la actividad de los microorganismos comprende dos etapas: 1) la descomposición de los compuestos originales de tejidos y su conversión a compuestos químicos más simples y parcialmente productos de completa mineralización ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  etcétera).

2) La síntesis de los compuestos orgánicos con la formación de sustancias húmicas de peso molecular alto y de naturaleza específica.

### 3.2.2.2 Temperatura.

Martínez (1974) reporta que el metabolismo de los microorganismos es exotérmico, generando temperaturas iniciales de 40 a - 70°C; cuando la temperatura esta por encima de la ambiental (de 40 - 50 °C) el estadio es denominado mesofílico y cuando es de 55 a 70 °C o más es termofílico.

Durante el proceso fermentativo se manifiesta una evolución de la temperatura, el curso ordinario de ésta comienza con un incremento rápido de 60 a 70 °C durante los primeros días alcanzan

do un estadio de bioestabilización de la materia orgánica, fundamentalmente para generar una fermentación excelente, lograr la extinción de semillas de maleza y para contribuir a la esterilización de la masa provocando la muerte de organismos patogénicos (Farallons, 1979).

Después de pasar por un largo período de humificación donde los nutrimentos más fácilmente digeribles se han consumido, la temperatura queda limitada a un estadio mesofílico; la actividad bacteriológica declina produciendo descenso de la temperatura y estabilizando la materia orgánica. Algunos autores como Martínez (1974) y Sun Set (1974) hacen referencia a que las temperaturas superiores a los 65°C disminuyen la diversidad de las especies de microorganismos y la descomposición se hace más lenta; y otros como Farallons (1979), García (1974), Alvarez y Cruz (1986) reportan que las temperaturas de 70 a 75° C son las adecuadas porque a medida que avanza el proceso la temperatura decrece.

En general se ha observado que no hace falta controlar la temperatura de los materiales en las pilas abiertas en localidades de clima moderado, sin embargo, el control de ésta durante el proceso de composteo es muy conveniente porque su variación sigue su desarrollo típico y permite juzgar la regularidad de la descomposición y la rapidez del proceso.

Cuando existe irregularidad en la curva de temperatura, puede deberse a algunas causas: si la temperatura descendiende, se provocan condiciones desfavorables a los organismos termofílicos -- aerobios, presentándose condiciones anaeróbicas; por otro lado cuando la temperatura se eleva y hay un exceso de calor en la pila, se puede deber a la deficiencia de humedad de los materiales.

### 3.2.2.3 Humedad

Como todos los organismos requieren de humedad para su existencia, su contenido de agua es vital porque es un componente básico del protoplasma celular, además disuelve los alimentos haciéndolos asimilables.

García (1974) y Kiehl (1980) mencionan que debe mantenerse un porcentaje de humedad entre 40 - 70 %, porque el contenido de agua es esencial ya que determinará la frecuencia de volteos del

material; si ésta es mayor de 70% se debe remover periódicamente hasta llegar a un rango ideal y así garantizar los espacios porosos con el oxígeno necesario para la microflora aerobia.

Cuando el contenido de humedad es bajo, priva a los microorganismos del agua necesaria para su metabolismo y reduce su actividad; cuando el contenido es elevado, se desplaza al aire contenido entre las partículas creando condiciones anaeróbicas, ocasionando olores nauseabundos y retardando la descomposición.

Para reducir el contenido de humedad, se sugiere voltear el montón con frecuencia para favorecer el secado por evaporación y airear el material.

#### 3.2.2.4 Aireación.

La aireación proporciona el oxígeno requerido por las bacterias aerobias en sus actividades. Un proceso aeróbico es más efectivo que un anaerobio en la descomposición de los materiales orgánicos. García (1974) y Kiehl (1980) reportan que la aireación adecuada durante el estado inicial de fermentación intensifica la actividad de los microorganismos proporcionando el oxígeno necesario para su metabolismo y evitando el proceso anaerobio y reduciendo el período de descomposición. Si la descomposición es anaerobia no se efectúa la oxidación de ciertos compuestos favoreciendo la generación de olores fétidos con la consecuente atracción de roedores y moscas, así que se recomienda hacer volteos periódicos para que se desprenda gas carbónico inodoro que repele a los insectos y roedores.

Sowers y Sikora, citados por Aguirre (1985), realizaron un estudio de composteo empleando una mezcla de estiércoles de bovino, lodo activado y aserrín en partes iguales y concluyeron que al triplicar la cantidad de aire, la temperatura decrece y necesitó más tiempo. Cuando la temperatura se ajustó a 60°C se obtuvo un producto seco y firme. Su estudio demuestra que se debe regular la aireación junto con la temperatura y la humedad si se desea que el proceso sea rápido y el producto sea estable.

### 3.2.3 Condiciones que favorecen la descomposición del Material Orgánico de Desecho.

#### 3.2.3.1 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).

El curso de la descomposición del material orgánico se ve afectado por la presencia del carbono y el nitrógeno, porque el nitrógeno forma parte de la estructura del protoplasma celular y el carbono es la fuente de energía y sirve como indicador de balance de nutrientes para los microorganismos (Martínez, 1974).

Las actividades de los microorganismos vivientes se propagan con una nutrición conveniente, especialmente si se proporcionan en condiciones adecuadas; siendo elevada la demanda de energía se necesita más carbono que nitrógeno, pero por otro lado hay un límite para el exceso de carbono sobre el nitrógeno, límite más allá del cual disminuye la actividad orgánica.

Waksman, citado por Levi et al (1955) determinó que la razón entre celulosa descompuesta y el nitrógeno utilizable requerido para fines de composteo, es de aproximadamente 30:1, esto es, por cada 30 partes de celulosa consumida por los hongos y bacterias, una parte de nitrógeno cambia de una forma inorgánica a protoplasma microbiano, lo que resulta que un material en tales proporciones es excelente para su rápida transformación.

Se deben considerar las cantidades de carbono ya que Clark y Paul, citados por Rubio (1985) indican que la glucosa pura en tres días pierde la mitad del carbono, mientras que la lignina, ceras y fenoles toman 36, 900 y 2400 días respectivamente, por lo que a mayor contenido de lignina y una relación mayor de C/N, la velocidad de transformación será menor.

Algunos autores como el Comité on Agrícola (1972) afirma que los requerimientos básicos para hacer una composta son la mezcla con una razón C/N entre 20:1 y 30:1, por su parte Wilson, citado por Rubio (1985) informa que una relación C/N alta o arriba de 40 resulta un mayor tiempo de composteo y valores menores traen como consecuencia que existan pérdidas por volatilización de amoníaco. Por otro lado Fertimex, citado por Aguirre (1985) sugiere los siguientes límites para ajustar las compostas: para --

iniciar el proceso de composteo un rango de 10 a 60 es bueno y - mayor de 60 es detrimento, y para finalizar el proceso de 10 a - 20 es bueno y menor de 10 es detrimento.

En la Universidad de California se estudiaron materiales -- desde 20 hasta 78 y se hallaron óptimos para una rápida descomposición entre 30-35, por encima de este intervalo el tiempo de hu mificación aumenta con la razón C/N y por debajo se tienen siempre pérdidas mayores de nitrógeno . La estabilización de la relación C/N depende del material empleado; Matzuzaki, citado por Ru bio (1985) informa que una relación entre 15 y 20 se estabiliza en 10. Levi et al (1955) sugiere que la razón C/N se debe estabilizar en un rango no mayor a 20 para que pueda ser utilizada en la agricultura; pues de otro modo existe el peligro de empobrecer demasiado el suelo de nitrógeno.

García (1974) coincide con Fertimex citado por Aguirre (19-85) en que la relación óptima para hacer composta es de 30:1 y - se debe garantizar una estabilización de 10, ya que si es mayor de 10 existe deficiencia en el suelo.

Cuando la relación es alta los organismos obstruyen temporalmente la disponibilidad del nitrógeno porque es necesario que mueran o que el nitrógeno de su protoplasma sea reciclado en -- cuanto el carbono es transformado en forma de  $CO_2$ , contrariamente, cuando es baja en nitrógeno será eliminado en forma amoniacal y será necesario corregirla agregando fertilizantes nitrogenados (Sun set, 1974 y Kiehl, 1980).

La relación C/N puede controlarse si se adiciona paja y estiércol o agregando nitrógeno inorgánico porque además de servir de fuente de energía para los microorganismos ayuda a la aireación y evita la compactación.

### 3.2.3.2 Adición de Inóculos o Medios de Fermentación.

Los inóculos o medios de fermentación son materiales que aceleran la fermentación de la materia orgánica a composta y además proveen elementos nutrimentales enriqueciendo el producto final. Los inóculos pueden ser estiércoles animales, residuos de - frigoríficos, paja de café rica en mucilágeno, restos de plantas leguminosas, fertilizantes y todos los materiales con contenidos

apreciables de nitrógeno.

García (1974) señala que el estiércol acelera la descomposición del material elevando así su temperatura y además se puede añadir fertilizante para estimular la rápida multiplicación de los microorganismos. También afirma que la adición de lodos activados a compostas de basura acelera la descomposición y mejora el valor del producto final.

Farallons (1979), Martín y Krantz (1974) coinciden al afirmar que los inoculantes no son necesarios para la obtención de un buen producto ya que la pila de composta contendrá una mezcla rica en materiales y los microorganismos empezarán su trabajo -- tan pronto como sea propicio conjugando a ésto la humedad y aireación.

En la Universidad de California, citada por Levi et al (1955), se realizó un experimento agregando estiércol de caballo y ciertos productos comerciales patentados, comparando el proceso de formación del humus para dos muestras similares con y sin aditivo. Se mezcló hasta un 30% de estiércol en los desperdicios y no se noto ningún aumento de importancia en la población bacteriana y se vió en cambio que en todos los casos la humedad y el aire fueron factores más importantes. Se concluyó que los organismos mesofílicos y termofílicos iniciales en la basura son suficientes para llevar a cabo la humificación con gran rapidez siempre que la humedad y el aire sean convenientes; por otro lado -- ningún aditivo de los usados se puede considerar como esencial en el proceso.

Tal parece que los inóculos no son necesarios para aumentar la rapidez del proceso de transformación, sin embargo Millar -- (1964) reporta que para acelerar el composteo, es conveniente -- agregar alto contenido de nitrógeno y gran cantidad de fósforo asimilable y sugiere que para una tonelada de material seco, se agregue estiércol o una mezcla de 20 kg de sulfato de amonio o nitrato de amonio con 7 kg de superfosfato al 25% mas cañ a razón de 18 kg o piedra caliza a razón de 120 kg, asegurando que el proceso se acelera y contiene mas nutrimentos.

Algunas veces los materiales que se han de procesar contie-

nen altas cantidades de carbono y son pobres en nitrógeno como es la paja de trigo, por lo que es necesario agregar un inóculo a manera de fertilizantes; Kubista, citado por Aguirre (1985) logró un aumento considerable en la actividad y grado de mineralización con la adición de 1.8 gr de nitrógeno, 13 gr de fósforo y 0.48 gr de potasio mas 500 ml de suspensión de suelo y 190 gr de material pajoso.

Los informes anteriores determinan que según sea el material que se emplea serán los elementos y cantidades a utilizar.

En Estados Unidos se adiciona a las compostas yeso y sulfato de amonio para suministrar calcio y nitrógeno a los suelos alcalinos (Jones, 1972).

Revilla (1981) reporta que cuando los materiales son ricos en nitrógeno y pobres en celulosa como en el orujo de uva (material muy ácido), se neutralizan con cal apagada y para enriquecer el material y reducir la pérdida de nitrógeno durante el proceso se agrega algún fertilizante sulfatado.

### 3.2.3.3 pH.

El pH es un factor que se presenta durante el proceso de transformación de la materia orgánica, Rubio (1985) afirma que en estudios de composta se indica que el pH óptimo se encuentra entre 6.5 y 9 aunque algunos autores extienden sus límites desde 5 hasta 11 (Wilson, citado por Rubio, 1985).

Durante la descomposición se presenta en la fase mesoflica un pH ácido y en el proceso termofílico un pH alcalino con valores que van de 8 a 9; cuando el material llega a estabilizarse entonces los valores tienden a bajar quedando ligeramente alcalino a neutro ( de 7 a 7.6 según García, 1974, Kiehl, 1980, y Rubio -- 1985).

### 3.2.3.4 Trituración.

La trituración es un factor importante que puede acelerar el proceso de descomposición. El control del tamaño del material puede efectuarse con una trituración previa; se pica el material a un diámetro aproximado de 3 cm, cuanto más diminutos son los trozon resultan más susceptibles de ser atacados por bacterias y -

hongos porque así es mayor la superficie de exposición (Levi et al., 1955 y Farallons, 1979).

El material triturado debe ser picado, no molido, porque de lo contrario el material se compacta y no existe suficiente aireación y se provocan condiciones anaeróbicas.

#### 3.2.3.5 Condiciones climáticas.

La temperatura de la atmósfera tiene poca influencia en la preparación de la composta, sin embargo, las lluvias y los vientos pueden provocar efectos perjudiciales.

Los vientos fuertes que soplan con frecuencia, resecan las pilas de fermentación; es recomendable proteger a las pilas con cándolas en fosas, meterlas en algún depósito o cubrirlas con plásticos (Kiehl, 1980).

El exceso de agua de lluvia sobre los montones provoca condiciones anaeróbicas bajando la temperatura y produciendo la paralización del proceso, por lo que se recomienda cubrir con plástico; cuando esto no es posible entonces se pueden colocar los materiales en forma de pirámide triangular para que escurra el exceso de agua y además colocar hojas o algún material que escurre el agua. Si la lluvia es aislada difícilmente penetrará en el material y no habrá modificación del proceso.

#### 3.2.4 Métodos recomendados para su procesamiento.

De manera general el composteo se hace bajo tres bases generales, el uso de oxígeno, la temperatura y la tecnología empleada. Según los requerimientos de oxígeno el proceso será aerobio o anaerobio, en base a su temperatura termofílico o mesofílico y en cuanto a la disposición de la tecnología será un composteo abierto (manual o mecánico) o un composteo cerrado mecánico.

Los métodos mas recomendados para hacer el reciclaje son 2: el manual o tradicional y el mecánico, ambos dependen de la cantidad de material, de las necesidades y del equipo. El método representativo para un reciclaje tradicional es un proceso aeróbico que se realiza como a continuación se describe.

##### 3.2.4.1 Reciclaje tradicional.

a) Levantamiento de la pila.

Una vez acumulado el material que se compostará se coloca en el piso una capa de zacate, pajas o productos similares para absorber la humedad y olores fétidos (Salazar, 1961), si se quiere se espolvorea cal o ceniza para que el abono resulte dulce (Farallons, 1979), después se alterna el material disponiéndolo en capas sucesivas de 5 a 7 cm de espesor de tal manera -- que se regule la proporción de hidratos de carbono y proteínas.

Se puede agregar algún inóculo (estiércol o tierra fértil) para mejorar la función de los microorganismos y evitar pérdida de nitrógeno y agua (García, 1969).

Sun set (1974) menciona que para enriquecer el material es necesario agregar recortes de pasto, hojas verdes y si no se dispone de este material se debe agregar nitrógeno inorgánico .

Por su parte Bear (1965), sugiere la adición de sulfato de amonio en dosis de 34 kg por Ton de pajas o tallos, o nitrato de amonio cálcico; Superida (1981), propone la utilización de harina de hueso, iniciadores comerciales o una espolvoreada de cal para suministrar la acidéz que trae consigo el proceso.

En todas las capas es necesario que se suministre humedad sin saturar los desechos. Usualmente los materiales verdes no requieren humedad, pero conforme transcurre el proceso será necesario agregar más agua.

La última capa será de ceniza de madera para evitar la población de moscas (Aguirre, 1966); finalmente se abren huecos desde encima hasta el suelo, se cubre la pila con plásticos, pajas o cartón (Campos, 1982) y nadie se debe parar sobre el montón.

La mayoría de los autores (Bear 1965, Campos 1981, Campos 1982, Kiehl 1980, Schulze citado por García 1974 y Sun set 1974) afirman que los bancales pueden tener el largo que se desee, pero en cuanto a la altura coinciden en que debe ser de 1.80 m, -- porque de lo contrario el material se comprime y hay pérdida de espacios porosos. Si la altura es muy baja se pierde demasiado calor por irradiación y no se puede alcanzar la temperatura óptima para los organismos termofílicos. Sin embargo las mejores dimensiones se tienen que definir en cada caso tomando en cuenta el clima, el equipo usado para amontonar y voltear el mate--

terial y el volúmen tratado diariamente.

b) Remoción y suministro de humedad.

Con la finalidad de proporcionar oxígeno y asegurar una buena aireación se realizan los volteos. La frecuencia y el número de volteos durante el proceso depende fundamentalmente de la humedad y su eficacia es controlada por la temperatura. La Universidad de California propone que cuando los desperdicios contengan de 65 - 70% de humedad se debe voltear los materiales cada 2 días de 40 - 60% cada 3 días y menos de 40% añadir agua y voltear cada 2 días. El material debe quedar como una esponja exprimida, de lo contrario el proceso se detendrá abruptamente.

Otros autores como SEP (1980) sugiere la frecuencia de volteos cada dos o tres semanas; Salazar (1961) y Campos (1982) recomiendan cada seis meses. Si al remover el material se notan malos olores, entonces es recomendable dar vuelta a diario hasta que este inconveniente desaparezca. Para voltear el material se recomienda echar el material de las orillas hacia en centro, para exterminar las larvas, moscas y germenos patógenos que se desarrollan en las capas superiores por la elevada temperatura del interior.

Se puede hacer uso de ganchos, horquillas, bieldos o maquinaria especial.

De cualquier manera entre más se volteen los materiales y -- contengan suficiente humedad más rápido será el proceso.

c) Consideraciones finales.

Cuando los materiales no se han descompuesto, será necesario suministrar sulfato de amonio y mayor cantidad de hierbas o estiércol; es de gran utilidad si la pila se hace en un lugar sombreado para evitar la evaporación de la humedad y la pérdida de nutrientes (Farallons, 1979).

Según Sun set (1974), el proceso termina en 3 meses y el material será reducido a tres cuartas partes del original y su estabilidad estará determinada por el olor, color y temperatura final (este punto se tratará en el No. 3.2.5.1).

### 3.2.4.2 Reciclaje mecánico.

Stickelberger (1983) menciona que los procesos principales de composteo son dos: el estático y el mecánico.

En el primero el material se prensa o se extiende en capas y se remueve una vez o pocas veces durante el proceso.

En el composteo dinámico el material esta en constante movimiento siguiendo un proceso de fermentación (este proceso por su naturaleza requiere de más maquinaria) .

La tecnología para la fabricación de composta se reduce a un tratamiento mecánico donde los principales tipos de maquinaria -- son para el volúmen : tambores, escofinas y molinos; en la mezcla molinos y cuando se trata de líquidos o suspensiones gruesas, a presión; y para el cribado todo se realiza con escofinas (Levi et al, 1955).

García (1974) informa que existen diversos procesos para la obtención de composta, encontrándose entre los más conocidos el - Earphtomas, Dano, Prat, etcétera, todos tienen en común los mismos parámetros: relación carbono-nitrógeno, temperatura, aireación y humedad.

Jordán (1968) menciona que en todos los sistemas intervienen las siguientes etapas básicas:

Segregación: separación del material orgánico que se compostará de otro tipo de basura como vidrio, fierro, plástico u otros (se hace manualmente o con aditivos mecánicos).

Algunos sistemas utilizan succión con aire para separar el - papel y separadores mecánicos para el acero. Otros por agitación violenta del material separan la materia orgánica a través de perforaciones.

Fermentación: es un proceso microbiológico que puede ser aeróbico, anaeróbico o combinado. En algunos sistemas se apila en - hileras al aire libre y la descomposición completa será de dos o tres meses (Sistema Dano, Edapon y otros). Se hace una circulación forzada de aire y a veces de agua. En otros sistemas se mueve periódicamente el material cuando es almacenado en hileras, reduciendo así el proceso a dos semanas (Sistema Com-co, E.U. ).

La fermentación por celdas o tanques cerrados se ha podido - reducir a una semana colocando el material en una serie de celdas

verticales (celdas zimotérmicas de 5 a 20 m<sup>3</sup>), haciendo descender periódicamente de una celda a la siguiente manteniéndolo en contacto con el aire por medio de ventilación forzada; en este proceso se permite el desagüe de los líquidos para ser reciclados nuevamente (Sistema Frazer-Eweson Fig. 1).

En otros sistemas se colocan en largos tambores giratorios de movimiento constante, se mezcla, se reduce el tamaño y se mantiene aislado por ventilación forzada y así el tiempo se reduce a cinco días (Sistema Dano).

Trituración: se realiza por medio de cizalladoras, por tambores giratorios horizontales, que por fricción desmenuzan el material. Al terminar la fabricación de abono se pasa por una zarranda o tamiz y se obtiene un material homogéneo y fino que no desprende calor, ni olores fétidos, no atrae ni pájaros, ratas o moscas porque el producto no tiene alimento alguno para ellos -- (Floresta, 1968).

### 3.2.5 Evaluación del material.

#### 3.2.5.1 Tiempo de transformación.

Una composta se considera estabilizada, cuando después de un largo tiempo ha concluido el estado termofílico o técnicamente cuando la relación carbono-nitrógeno es inferior a 17:1 o cercano a 10:1, presentando una coloración oscura con un olor característico y una consistencia blanda (Kiehl, 1980).

Salazar (1961), Alvarez y Cruz (1986), afirman que el proceso finalizará a los dos o tres meses dando una composta bien madura. El tiempo requerido dependerá de los materiales usados, -- cuando éstos son frescos, de plantas suculentas y residuos de -- plantas, se descompondrán de tres a seis meses. Si son más maduros y particularmente secos probablemente requerirán de dos a -- cuatro meses, y si son de diámetro pequeño o maderas picadas, un año o más tiempo (Martín y Krantz, 1979).

Salazar (1961) y Alvarez y Cruz (1986) reportan que el producto bien maduro tardará de dos a cuatro meses si cuenta con -- los elementos principales, y si no es removido entonces tardará hasta dos años.

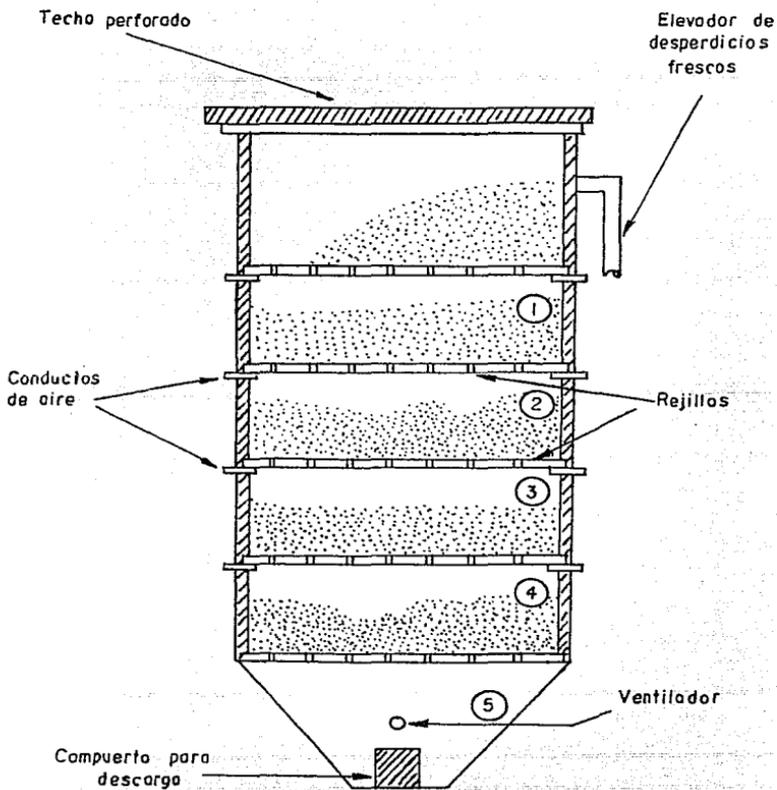


Fig.1 Celula Frozer - Eweson  
Tomado de Levi et al, 1955

Campos (1981) señala que el proceso tarda en promedio seis meses, sin embargo, una composta tradicional bien preparada tardará aproximadamente tres meses o menos si se le dá el debido mantenimiento o se usa maquinaria, ya que de esta manera se acelera el proceso y se obtiene en menor tiempo.

### 3.2.5.2 Composición química.

Las compostas tienen una composición variada que depende básicamente de los elementos que contenga y los diferentes materiales orgánicos utilizados en el proceso.

García (1969) considera que es baja en nutrientes aunque admite que ejerce un efecto alimenticio en exceso para las plantas. Campos (1981) afirma que en general contienen nitrógeno y buenas cantidades de fósforo y potasio.

La materia orgánica obtenida tienen una alta capacidad buffer sobre un rango considerable de valores de pH al suelo, y esto sirve para estabilizar la estructura del suelo y favorece la infiltración del agua (Jones, 1972).

Devock y Schmit, citados por Alvarez (1968) han observado que el humus que se obtiene contiene sustancias benéficas al crecimiento de las plantas tales como auxinas y vitaminas.

Su composición química se hace determinando el contenido de materia orgánica que debe ser superior a 50% (preferiblemente superior a 70%), determinando el contenido de nitrógeno total (que debe ser superior a 1.75% en cuanto más valiosa es la materia prima), calculando la relación carbono-nitrógeno que debe ser inferior a 17:1 y determinando un pH que debe ser superior a 7 (Kiehl, 1980).

Barrera (1983) afirma que una tonelada de composta de basuras urbanas contiene 3 veces el doble de materia orgánica, 3 veces más de nitrógeno, 2 veces más de fósforo, 2 veces más de potasio, 4 veces más de calcio, 20 veces más de fierro, 2 veces más de sodio, 3 veces más de magnesio y 10 veces más de cobalto con respecto a una tonelada de estiércol.

En el cuadro No. 2 se describe la composición química de diferentes compostas.

CUADRO 2 COMPOSICION QUIMICA DE DIFERENTES COMPOSTAS

	COMPOSTA URBANA (1)	COMPOSTA URBANA (2)	COMPOSTA URBANA (3)	COMPOSTA DE DRUJO DE CA FE MAS DES- PERDICIOS DOMESTICOS (4)
NITROGENO	1.61	0.78	1.30	1.84
FOSFORO	1.02	0.77	0.30	1.00
POTASIO	1.58	0.42	0.70	4.46
CALCIO	8.10	4.10	--	1.80
MATERIA ORGANICA	34 %	32.5 %	26 %	--
SUSTANCIAS MINERALES	--	30.8	--	--
HUMEDAD	--	30.5	25	73
RELACION C/N	19	12	--	--
HUMUS	6.3	0.40	10	--
pH	7.6	--	--	alcalino débil

(1) Tomado de Barrera, 1983.

(2) Tomado de Floresta, 1968.

(3) Tomado de la Planta de San Juan de Aragón, 1986.

(4) Tomado de Aguirre, 1966.

### 3.2.5.3 Calidad del material.

En las zonas urbanas industriales, la cantidad y calidad de las compostas estan afectadas por los productos industriales desechados, la abundancia de podas en parques y jardines, los incineradores, la separación de los materiales orgánicos e inorgánicos antes del proceso y la frecuencia de recolección (Fromm, -- 1974).

Cuando el material es de buena calidad presenta las características siguientes:

Estructura: material suelto, esponjoso, liviano, no debe estar apretado, duro o compacto.

Color: deberá ser café-negro o negro-negro; si esta húmedo o con mal olor es indeseable e indica que el material esta muy mojado y le falta aireación. Un color grisáceo o amarillento quiere decir que el suelo esta inerte y sin materia orgánica.

Olor: debe oler a suelo fértil, a humus, porque cualquier mal olor es señal de que la degradación es inadecuada (Salazar - 1961, Alvarez y Cruz, 1986).

Cuando las compostas estan bien preparadas y esterilizadas se obtienen altos resultados con diferentes materiales, son libres de patógenos dando propiedades de crecimiento, uniformidad, promueve la aireación y drenaje y la capacidad de aprovechamiento del agua, además suple nutrimentos y es a bajo precio (Prasad, 1978).

Al final del proceso se hace pasar por un tamiz y se obtienen diferentes calidades en base a tamaño de las partículas; el material mas grueso se destina a aplicaciones de gran escala como es en los campos de labor, mientras que mas finas, se destinan a plantas de lujo como frutales, jardines y sobre todo viñedos (Martínez, 1974).

### 3.2.6 Aprovechamiento del material.

Las compostas ya terminadas se emplean básicamente en los suelos aunque pueden tener alguna otra utilidad como lo señala Barrera (1983), quien utilizó composta de sorgo como ingrediente en la ración de alimento para engorda de pollos, y demostró que se promovió el crecimiento de éstos dando mayor peso, pero no sirvió como alimento puesto que la composta no aportó nutrientes.

### 3.2.6.1 Aprovechamiento como sustrato en propagación.

Verdonck et al (1981) coinciden que la tierra de hoja y las compostas de materiales de desecho son buenos medios para el crecimiento de las plantas; también Harrison et al (1982) y Superi-da (1981), convienen que las compostas se pueden utilizar como sustratos en camas de flores y árboles o para contenedores, siempre y cuando se esterilice el material; de la misma manera Martín (1979) y Sun set (1974) establecen que las compostas sirven para mezclas de macetas.

Campos (1981) afirma que las compostas cuando se utilizan como abono de cobertura tienen un efecto rápido y si se mezcla con arena resulta una mezcla útil para camas de semillero.

### 3.2.6.2 Efecto fertilizante.

Cuando se habla de efecto fertilizante se hace referencia al valor nutriente del material procesado, Martín (1979) afirma que el humus o mantillo es un abono para suelos agrícolas, porque contiene dosis apreciables de los principales elementos fertilizantes en formas de rápida asimilación por las plantas.

Se ha observado que al aplicar compostas al suelo, los minerales que contiene son aprovechables rápidamente, pero la absorción de nitrógeno se retrasa un poco, sin embargo, su eficiencia en suelos ácidos o alcalinos es magnífica (Alvarez, 1968).

Prasad (1978) sugiere agregar sangre o amoníaco a los suelos compostados para tener una fuente de nitrógeno.

En un estudio sobre los efectos de composteo y fertilización nitrogenada en maíz, Anderson, citado por Fromm (1974) concluye que la composta por sí sola mantenía la productividad pero no la incrementaba; el investigador cultivó el maíz durante 30 años sin composta y sin fertilizante, y la cantidad de nitrógeno se redujo hasta en un 40 %; al mismo tiempo aplicó composta sin fertilizante y el contenido de nitrógeno en el suelo se incrementó hasta en un 90 %.

Por su parte Martínez (1974) indica que aunque contiene una cantidad apreciable de nitrógeno, fósforo y potasio, esto no quiere decir que sea considerado como producto fertilizante, por lo que es necesario agregar nitrógeno, fósforo y potasio al mate

rial porque de otra manera solo es considerado como mejorador de suelo.

Cuando las compostas se utilizan con fertilizantes químicos forman complejos de fosfatos inorgánicos fácilmente aprovechables por las plantas; los ácidos orgánicos que resultan de la destrucción metabólica del material orgánico hacen del fósforo inorgánico, fósforo asimilable por las plantas superiores. Por otro lado inhibe el efecto fijador del calcio porque no puede ocasionar la precipitación del fósforo y nitrógeno convertido en protoplasma bacteriano, se vuelve insoluble y se hace aprovechable a medida que las bacterias mueren y se descomponen; esto impide que el nitrógeno inorgánico soluble se deslave o volatilice y lo hace asimilable a medida que las plantas lo requieren (Levi et al 1955, Dalton, Frulards, Fuller, Rusell, citados por Fromm 1974, Miller et al, citado por Rubio 1985).

García (1969, 1974) afirma que los nutrientes retenidos son liberados lentamente y asimilados paulatinamente por las plantas, así no son lavados por las lluvias o disipados en alguna otra -- forma, además ayuda a liberar los nutrientes que se encuentran en la fracción mineral del suelo.

### 3.2.6.3 Amortiguador y mejorador de suelos.

El producto final es empleado para efectos físicos y nutrientes del suelo; cuando es mezclado con fertilizantes químicos tiene mayor efecto residual; al mezclarse con el suelo hay mayor reacción por el incremento de volumen de poros del suelo facilitando el drenaje y el manejo mecánico.

Al adicionar este material, se mejora la estructura del suelo, hay mayor retención de humedad, se promueve el desarrollo del sistema radicular de las plantas gracias a ciertos ésteres de la celulosa, resultantes del metabolismo bacteriano.

Las compostas hacen que muchos minerales se transformen en formas más asimilables para las plantas y sirven como alimento para los microorganismos, además favorecen la neutralización de sustancias tóxicas debido al uso excesivo de fertilizantes o por la presencia de residuos asperjados.

Con su adición se aumenta la capacidad de intercambio, reteniéndolo los fertilizantes y nutrientes del suelo, además de que no hay pérdida por lixiviación.

Las compostas actúan como amortiguadores del suelo porque re retardan los procesos de cambio de pH, ya que el metabolismo bacteriano asociado con el humus aumenta la aptitud del suelo para admitir cambios de acidéz o alcalinidad.

Sirve como "acolchonador" de suelos porque hace más compactos a los suelos arenosos incrementando la retención de agua, y más porosos a los compactos evitando la inundación.

Reduce la erosión hídrica y disminuye la erosión eólica, al hacerlo más fértil lo hace más resistente.

Todas estas conclusiones han sido reportadas por García -- 1969 y 1974; Jordán 1968; Levi et al 1955; Martínez 1974; Aguirre 1985; Alvarez y Cruz 1986.

#### 3.2.6.4 Dosis de aplicación.

Según Vitosh, citado por Fromm (1974), la cantidad óptima de estiércol para un suelo dado, depende de la composición nutritiva del material y del nivel de fertilidad del suelo; es por esto que se requiere de mayores niveles de composta en tanto menos nutritiva sea su composición.

Los suelos con baja fertilidad o de alta capacidad de intercambio pueden soportar mayores cantidades de abonos orgánicos durante largos periodos que los suelos bien fertilizados.

Cuando son altas las dosis de aplicación inicial existe una fuente continua de sustancias disueltas, pero llega hasta un punto donde el número de agregados del suelo sufre una disminución (Srollings, citado por Fromm 1974).

Morachan et al, citados por Fromm (1974) señalan que la materia orgánica que se establece produce un incremento en la agregación del suelo inmediatamente después de ser incorporados; sin embargo, los materiales que se descomponen rápidamente ejercen su máximo efecto a los 20 o 30 días y después van perdiendo su efecto, y los de más lenta descomposición requieren más tiempo -- que los anteriores.

Algunos trabajos reportan las cantidades que se han de aplicar, como Revilla (1981), señala que el empleo de orujo de uva es similar al de cualquier otro tipo de estiércol pudiéndose utilizar a razón de 10 toneladas por hectárea cada 2 o 3 años en viñedos y en olivares.

Ortiz (1977) afirma que las cantidades de composta que se aplican serán iguales a las del estiércol; sin embargo, se debe considerar el cultivo a desarrollar, el tipo y contenido de materia orgánica del suelo. En general lo clasifica como estercoladura fuerte 60 Ton /Ha , estercoladura regular 40 Ton/ Ha y estercoladura baja 20Ton/Ha. Este mismo autor refiere que cuando se utilizan tortas de oleaginosas sin que hayan fermentado totalmente se aplica un mes antes cantidades de 500 a 2000 kilogramos por hectárea para que no afecte la germinación de las nuevas plantas.

### 3.2.6.5 Ventajas y desventajas.

Al procesar el material y emplearlo se obtienen múltiples ventajas como las mencionadas en los puntos anteriores, otras de gran importancia son:

a) Higiene pública. Eliminación de malos olores y de lugares donde se reproduzcan insectos plagas y patógenos.

b) Reducción de masa y volumen .

c) Se destruye el poder de germinación de semillas de malezas y las larvas de moscas y se sustituyen a los estiércoles -- cuando hay escasez de éstos (Alvarez, 1968).

d) Utilización de recursos desperdiciados, el uso principal es agronómico porque se integra el material al suelo que de otra manera se pierde (Monroy y Viniegra, 1981; Alvarez y Cruz, 1986).

e) Millar (1964) menciona que a diferencia de los residuos vegetales que se entierran en el suelo, no se pierde  $CO_2$  por volatilización sino que se combina con el agua y puede reaccionar con los minerales del suelo haciendo asimilables un mayor número de nutrientes o tomar parte en la liberación de los coloides del suelo.

f) El humus obtenido puede almacenarse por largos períodos sin nueva producción de calor ni cambios químicos, a pesar de -- que la actividad puede continuar por largo tiempo (Alvarez y Cruz 1986 y García 1974).

## g) Generación de empleos.

Las desventajas que se presentan principalmente son las del mantenimiento que se le dé al material.

Según Stickelberger (1983), si la mezcla se aplica cuando es ta "cruda" o cuando se incrementa la temperatura, entonces causará graves daños a las plantas sensitivas porque esto impide la fijación de nitrógeno, aunque puede utilizarse como cobertura mas - no directamente a las raices.

Otra gran desventaja que surge al aplicarla es que puede ser contaminante del suelo (dependiendo de los materiales de que provenga).

Fuentes (1983) considera que si se quiere utilizar grandes - cantidades de estiércol superiores a las normales puede convertir se en agente contaminante y afirma que otros desechos orgánicos - originados de industrias o de aguas residuales pueden provocar -- contaminación cuando se adicionan en dosis elevadas.

En suelos demasiado gruesos no se retiene con facilidad las sustancias solubles y pueden contaminar las aguas de riego o el - medio edáfico.

#### 4. MATERIALES Y METODO

##### 4.1 Ubicación física y características de la zona de trabajo.

El área de estudio comprende tres zonas de jardinería de acuerdo a la distribución de la organización por área de trabajo - del departamento de jardinería y viveros de la UNAM (fig. 2 ).

Sus características son:

Zona 7: se localiza en la parte sur de la Rectoría de la -- UNAM, tiene una extensión total aproximada de 4660 m<sup>2</sup>, de la -- cual 1655 m<sup>2</sup> son áreas de jardín. Limita al norte con el Centro -- Comercial Universitario, al sur con el Pedregal y Campos Deportivos, al este con el estacionamiento de la Alberca y al oeste con Avenida Insurgentes Sur.

En esta zona se encuentran las instalaciones de Jardín de Niños, Centro Médico, Taller Coreográfico, Aula 36 y Coordinación -- de CCH, todas teniendo en la periferia y en su interior pequeñas jardinerías y áreas verdes. Comprende lugares planos, inclinados y gran parte de éstos son cultivados con pasto del género *Chloris* .

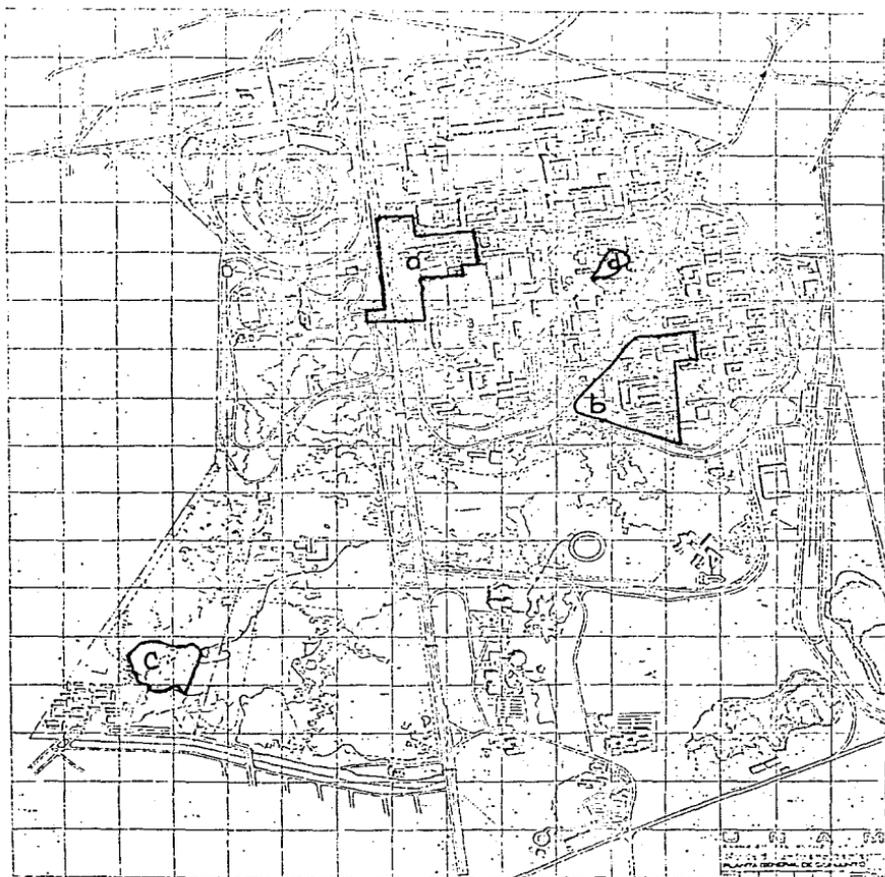
Las zonas jardinadas contienen setos donde se cultivan plantas ornamentales herbáceas o arbustivas. En algunas partes se presenta topografía accidentada puesto que forman parte de lo que -- fuera el Pedregal, y son decoradas de tal manera que forman jardinerías en la mayor parte inducidas.

Zona 13: se encuentra al este de Ciudad Universitaria, cuenta con una extensión total de 6400 m<sup>2</sup>, de la cual 1336 m<sup>2</sup> son áreas jardinadas. Limita al norte con el Instituto de Química, al sur con el Circuito Interior de Ciencias, al este con Química D y al oeste con los Anexos de Ingeniería.

La zona 13 alberga las instalaciones de la Facultad de Biología, Matemáticas, Actuarial, Física, en conjunto llamado Ciencias y Estudios Nucleares. Están rodeados de andadores y en sus extremos se encuentran jardines, setos y jardinerías.

En general la superficie jardinada es plana aunque existen lugares accidentados o con pendientes pronunciadas mayores al 7%.

La estética del lugar comprende jardines y setos con figuras elaboradas por el personal, las plantas que se tienen son herbá--



- a) ZONA 7
- b) ZONA 13
- c) VIVERO ALTO
- d) VIVERO BAJO

Fig.2 Ubicación de las áreas de estudio

ceas, arbustivas y árboles de porte no muy alto, además existen jardines en roca volcánica.

Vivero Alto: este lugar se ubica al suroeste de Ciudad Universitaria, abarca 37 038.15 m<sup>2</sup> constituidos en su totalidad por jardines en donde predominan áreas de césped.

Limita al norte con la Unidad de Seminarios, al sur con el Cerro de Zacatepec y Av. Insurgentes, al este con el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur y al oeste con el Centro Cultural Universitario.

La mayor parte del Vivero Alto tiene áreas verdes en planicies, dejando ver lugares con pendiente menor al 7%.

En toda su extensión cuenta con setos, jardineras y caminos que tienen a su alrededor plantas ornamentales de porte bajo, todas ellas rodeando las grandes extensiones de césped del que la C.U. se suministra para canchas, prados, etcétera.

Las zonas 7, 13 y Vivero Alto presentan condiciones semejantes de Clima, Suelo y Vegetación.

#### Clima.

Ciudad Universitaria se ubica geográficamente entre las coordenadas 19° 26' de latitud norte y a los 99° 8' de longitud oeste y a una altitud de 2273 m s.n.m.

El clima esta determinado como un templado semiseco, con verano cálido cuya isothermal es menor a 5° y la temperatura media anual oscila entre los 12 y 18° C; presenta una canícula y la precipitación media anual se da en verano, la oscilación térmica esta entre 5 y 7° C y la marcha anual de la temperatura es de tipo ganges ( B S<sub>1</sub> K w" (w) (i') g ). La temperatura y precipitación media anual es de 16.6° C y 595.5 mm respectivamente para un promedio de 24 años (datos tomados de García, 1981) .

#### Suelo.

El relieve que existe en el lugar presenta planicies, terrenos ligeramente ondulados y en algunos lugares pendientes pronunciadas ( aún así se puede utilizar maquinaria para labores de mantenimiento).

Inicialmente existía pedregal surgido a raíz de los derrames basálticos de la Sierra de las Cruces, la Sierra del Ajusco y la erupción del Volcán Xiltre (Malpica, 1985); hoy, debido a las necesidades de jardinería y forestación, esas áreas han sido rellenas formando una capa arable de 20 a 50 cm de profundidad en algunos casos, y en otros no existe capa arable debido a que el relleno es de otros materiales no manejables como el cascajo, o porque al transcurrir el tiempo se ha formado un suelo muy incipiente y sin profundidad.

En su mayoría el suelo proviene de presas de la periferia de la ciudad, aunque en algunos lugares se desconoce su procedencia ya que las características que presentan no son uniformes.

Una descripción de campo es la siguiente: son suelos donde predomina la vegetación, el riego es frecuente (en temporal la precipitación es aceptable y en tiempo de secas es por aspersión), se presenta una textura limo-arcillosa y una estructura grumosa y manejable. Debido a la vegetación que existe tiene actividad biológica que determina que el pH sea ligeramente ácido (6.5) y el drenaje interno sea adecuado. Cabe mencionar que en algunas áreas se presentan problemas debido al origen del sustrato, ya sea en la nivelación, relleno o material empleado en zonas jardinadas, ya que generalmente se empleó como relleno "cascajo" (cascote). Según Marsá (1982), el cascajo es un material formado de partículas fraccionadas de diferente origen y magnitud, generalmente proviene de desechos de construcción o demoliciones, constituido por pedacaría de ladrillo, losas, arcilla, acabados y otros.

En general se da el mantenimiento requerido por los jardines por lo que no existen problemas severos de lixiviación, erosión o inundación. Tampoco existen problemas graves de obstrucciones, impermeabilismo, salinidad u otras características nocivas a su manejo, por lo que admiten el uso de maquinaria y mantenimiento, salvo en áreas donde las características de relleno predominan.

#### Vegetación.

De manera general, las zonas de estudio presentan la misma vegetación y ésta es natural e inducida (ver cuadros 3 y 4) predominando las plantas herbáceas y arbustivas ornamentales.

Existen pequeñas áreas de bosque donde el Eucalipto es la especie inducida de mayor altura y mayor número de ejemplares, además se tienen otras especies entre las que están los cedros (*Cupressus* spp.), truenos (*Ligustrum japonicum*), boj (*Buxus sempervirens*), etcétera. De las especies nativas que comprenden las zonas jardinadas predominan el pirul (*Schinus molle*), tepozán (*Buddleja microphylla*), cactáceas (*Rebutia* spp.) y palo bobo (*Senecio praecox*) entre otros.

CUADRO 3 VEGETACION DEL AREA DE ESTUDIO

	VEGETACION	NATURAL	
ZONA 7	Aretillo <i>Fuchsia</i> sp.		
	Biznagas <i>Mamillaria elegans</i> <i>Echeverria</i> sp.		
	Nopal <i>Opuntia</i> sp.		
ZONA 13	Palo bobo <i>Senecio praecox</i>	Helecho <i>Notholaena aurea</i>	Tepozán <i>Buddleja microphylla</i>
	Tabaquillo <i>Wigandia caracasana</i>		
VIVERO ALTO	Palo dulce <i>Eysenhardtia polystachya</i>	Encino <i>Quercus alveolata</i>	Pirul <i>Schinus molle</i>

#### 4.2 Fuentes de material orgánico de desecho y su recolección

Las fuentes de material orgánico constituyen el material recolectado durante el mantenimiento de las áreas de jardín ya antes mencionadas en las zonas 7, 13 y Vivero Alto.

Las fuentes son árboles que día a día tiran su follaje, pasto que al crecer requiere de recorte, plantas ornamentales que al desarrollar o darles limpieza o poda donan buena parte de tallos, hojas y raíces.

La recolección del material contiene desechos tanto en verde como en seco, el material verde comprende recorte de pasto, poda de setos y árboles, en tanto que el material seco abarca la hojarasca, pequeñas maderas, tallos, pasto seco, etcétera.

CUADRO 4

## VEGETACION DEL AREA DE ESTUDIO

VEGETACION		INDUCIDA	
ZONA 7	Amoena <i>Dioffenbuchia</i> sp.	Bugambilias <i>Bougainvillea</i> sp. Yucca Yucca sp.	Azaleas <i>Rhododendron</i> sp. Baj <i>Buxus</i> <i>sempervirens</i> Hortencia <i>Nyctanthea</i> <i>macrophylla</i> Cedro <i>Cupressus</i> sp.
	Aralia chiflera <i>Schefflera digitata</i>		
	Azucenas <i>Lilium</i> sp.		
	Casuarina <i>Casuarina equisetifolia</i>		
	Dracena <i>Dracena uvarovii</i>		
	Helecho <i>Nephrolepis</i> sp.		
ZONA 13	Junípero <i>Cupressus</i> sp.	Acacias Acacias sp.	Eucaliptos <i>Eucalyptus</i> sp. Fresno <i>Fraxinus udhei</i>
	Lantana <i>Lantana camara</i>		
	Margaritón <i>Chrysanthemum</i> sp.		
	Rosa laurel <i>Herium olander</i>		
VIVERO ALTO	Belén <i>Impatiens</i> sp.	Durazno <i>Prunus persica</i> Pino alepo <i>Pinus radiata</i> Piracanto <i>Pyracantha macrophylla</i> Malé Yucca Yucca sp.	Jacaranda <i>Jacaranda mimosaefolia</i> Liquidambar <i>Liquidambar styraciflua</i> Pastos <i>Cytisus elegans</i> <i>Cytisus</i> sp. <i>Eragrostis</i> sp. <i>Lolium</i> sp. <i>Lolium</i> sp. Truenos <i>Ligustrum</i> sp. <i>Thuja</i> Tuja <i>occidentalis</i>
	Geranios <i>Pelargonium</i> sp.		
	Rocio <i>Plumbago</i> sp.		
	Siempre vivo <i>Sedum</i> sp.		
	Acanto <i>Neranthus mollis</i> Noche buena		
	Azucena <i>Lilium</i> sp. <i>Euphorbia pulcherrima</i>		
	Cepulín <i>Prunus caruli</i>		
	Casuarina <i>Casuarina equisetifolia</i>		
	Chopo blanco <i>Populus alba</i> Pera <i>Pyrus malus</i>		
	Floripondio <i>Jatropha sanguinea</i> var. Kieffer		
Hiedra <i>Hedera helix</i> Mastuerzo <i>Trapaetum majus</i>			
Sauce <i>Salix bonplandiana</i>			

Consultar Cuadro 1 del apéndice.

### Recolección.

Las herramientas y equipo de trabajo de uso común en todas las áreas de jardín son las siguientes:

En barrido: escoba de mijo y vara (perlita), escoba metálica; para la recolección: recogedor a base de dos láminas, recogedor con pala y lonas.

Ropa de trabajo: camisola, pantalón, botas de hule y guantes de piel.

Herramientas de corte: guadañas y hoz.

Equipo de corte: máquinas podadoras, manuales, manuales motorizadas y profesionales con tractor.

Acarreo: lonas y carretillas.

### Método de recolección.

El procedimiento de la recolección se hace en forma manual.

Se procede a barrer, generalmente con escoba de vara y a acumular la basura en montones, en el caso de la hojarasca y basura urbana.

Cuando se hace el recorte de pasto, se sigue el mismo procedimiento, sólo que éste lo hace un operador de maquinaria de podar césped, el que es seguido por el personal que va realizando el barrido. Posteriormente se recoge y se traslada a sitios ya elegidos. Finalmente la Dirección General de Obras (D.G.O.) asigna un camión a ésta área llevándose el material acumulado a lugares de relleno.

### Ubicación de sitios de recolección.

Los lugares destinados a la acumulación son por lo general artesas ubicadas en lugares estratégicos. Otros sitios son poco propicios pero solucionan ciertos problemas de acopio, se localizan en lugares que limitan a las zonas de trabajo como terrenos erosionados o pedregal, utilizándose el material como relleno o simplemente depositándose en sitios desocupados, que a la vista no se pueden apreciar.

#### 4.3 Cuantificación del material recolectado por zona en la estación de otoño.

La cantidad de material de desecho se evaluó de acuerdo a -- las características de recolección de las zonas de estudio.

Se determinó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre los parámetros siguientes:

- número de veces por semana que se recolecta el material de desecho.

- cuantificación del material por volumen desplazado.

Las características del material recolectado son las siguientes: se utilizó hojarasca de eucalipto, fresno, recorte de pasto, liquidambar, pirul; material considerado como desecho o basura, - éste es recolectado al hacer la limpieza en las áreas de jardín; casi siempre follaje seco aunque el recorte de pasto es recolectado en verde (fresco), como se ha mencionado.

Los experimentos realizados se llevaron a efecto en el Vive-ro Bajo de la Dirección General de Obras en Ciudad Universitaria.

#### 4.4 Reciclaje del material orgánico de desecho.

Según Campos (1982) se procedió a acumular una cantidad considerable de material heterogéneo en cada zona de trabajo, el -- cual contenía varitas, tallos secos, hojarasca y raicillas, levantándose después una pila de composta de  $1 \text{ m}^3$ .

Se limpió  $1 \text{ m}^2$  de terreno en cada zona de trabajo y se acumuló el material mencionado, extendiéndolo en capas de 0.15 m a lo largo y ancho de la superficie y se le dió un riego ligero ; en -- seguida se extendió una capa de ceniza de madera de 0.5 cm mas -- una capa de tierra de jardín de 1 cm y así se fueron alternando -- varias capas hasta alcanzar una altura de 1 m. El levantamiento -- de la composta se realizó el 21 de marzo de 1986, haciéndose una secuencia de volteos y suministro de riego ligeros. El primer volteo se efectuó el 10 de abril, el segundo volteo el 28 de abril, el tercer volteo el 2 de mayo. Los siguientes volteos fueron semanales hasta que se consideró el material degradado en su totalidad, tomándose muestras para la realización de análisis químicos.

De la misma manera del material origen de la composta se rea

lizaron análisis foliares con la finalidad de tener mayor información de su estado, y de cada zona se realizaron análisis de suelos para también tener referencia de su estado actual.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de investigación L-211 de suelos de la FES-C utilizando las siguientes técnicas para los análisis químicos de suelos y compostas: Nitrógeno total por el método Kieldhal. Fósforo fácilmente aprovechable por el método colorimétrico Bray-I Calcio y Magnesio intercambiables con solución extractora de acetato de sodio y titulado con E.D.T.A. pH por el método electrométrico utilizando una suspensión de suelo y agua destilada. Capacidad de Intercambio Catiónico Total por el método de centrifugación saturado con  $\text{CaCl}_2$  1 N a pH 7 y titulado con E.D.T.A. Textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos. Densidad Apparente por el método de la probeta. Materia Orgánica por el método Walkley y Black.

En los análisis foliares se utilizaron las siguientes técnicas:

Nitrógeno total por el método Kieldhal.  
Fósforo total por el método de oxidación húmeda y colorimetría -- con Molibdato-Vanadato.  
Potasio y Sodio por flamometría.  
Fierro, Cobre, Zinc y Magnesio por acenización y absorción atómica.

#### 4.5 Empleo del material como sustrato de enraizamiento.

Una vez obtenida la composta se procedió a realizar las siguientes mezclas para en cada caso, conocer en forma directa si el desarrollo radicular y de tallos correspondió a lo señalado en la literatura.

De acuerdo a lo señalado por McMillan (1979), se recomienda 50 % de composta y 50 % de perlita (agrolita), por lo que la primera mezcla corresponde al 50:50 .

Según Dickey et al (1978) un sustrato ideal para las plantas en crecimiento contendrá un 70 % de suelo mineral y 30 % de materia orgánica tomándose para una segunda mezcla 25 % de material -

orgánico y 75 % de perlita ( 25:75) .

Para conocer directamente la respuesta a la propagación asexual del material sin mezclar, se ubicaron estacas en el mismo - comparandose con el material usado normalmente (perlita) en este tipo de propagación, 100% composta y 100% perlita.

Después se realizó una sanitización ( $3.5 \text{ gr/m}^3$ ) al momento de estacar, según las recomendaciones de SARH (1981) de acuerdo a McMillan (1979).

Se empleó el siguiente material: mezclas mencionadas, palan- ganas plásticas de 30 x 36 x 20 cm y estacas de madera suave de pilea ( *Pilea hadiwei* ) y hiedra sueca ( *Plectranthus oertendahlii* ) en cantidades de 400 por cada una para el total de las mezclas (cuatro mezclas para cada especie). Se procedió a ubicar estacas en cada tina haciendo un total de 8 tinas.

#### Preparación del estacado.

Las estacas no fueron seleccionadas ya que fueron tomadas - de los extremos de la planta madre. Se prepararon con un corte - basal aplicando enraizador comercial en polvo (Radix, 5000).

La plantación se inicio el 8 de abril de 1986 y concluyó el 9 del mismo mes. Se procedió a dar un riego, manteniendo la fre- cuencia cada tercer día, de tal manera que se concentrara sufi- ciente humedad.

#### Trasplante de las estacas.

Se sacaron las estacas enraizadas y se colocaron en tiestos de plástico cubriendolas con una mezcla de tierra mas composta.

Su extracción se realizó un mes después ( el 8 de mayo de - 1986).

Se tomaron los siguientes datos: porcentaje de estacas en- raizadas, longitud promedio de las raicillas, número de raíces - promedio, altura promedio de las plantas y características físi- cas tales como vigor, color y grosor.

#### 4.6 Enriquecimiento del material con aditivos y sugerencia de 4 mezclas.

Tomando como base los datos de los análisis realizados de - la composta, se procedió a investigar concentraciones de macronu

trimentos de mayor importancia recomendados para las plantas ornamentales, que en general serian las trasplantadas con la composta en estudio, teniendose las siguientes referencias:

CUADRO 5 RECOMENDACIONES NUTRIMENTALES PARA LAS PLANTAS ORNAMENTALES EN GENERAL EN RELACION A LA COMPOSTA EN ESTUDIO.

Nombre del autor	Compuestos en ppm						
	pH	N	P	K	Ca	Mg	M.O. %
Estación Exp. Ag. Ohio	--	100	200	250	310	51	--
New Versey	--	140	408	170	283	58	--
Verdonck, <u>et al</u>	5-5.8	200	150	300	--	50-150	50 % o mas
Composta en estudio	6.65	Ext. rico	123	259	86	27	47.9%

Tomado de Growing Ornamental Green House Crops.

Por lo cual se procede a realizar la siguiente sugerencia - de enriquecimiento cuyos resultados deberán ser analizados posteriormente al término del experimento (Cuadro 6).

Las mezclas se pueden realizar en lotes de 50 plantas de -- *Pyranantha koidzumii* c o n d o s repeticiones que deben ser analizados estadísticamente por el método de Bloques al azar.

Lo anterior es que en función de los resultados deberán ser evaluados los costos que implica en cada caso y sus consecuencias.

Se espera que las estacas enraizadas tengan un crecimiento y desarrollo mayor que los testigos, además de que tendrán nutrientes de reserva por la lenta degradación de los compuestos - ( de 6 meses a un año), esto es de gran importancia ya que las plantas permanecen en el vivero por espacio de un año, después de este tiempo se trasladan a su lugar definitivo.

#### 4.7 Análisis Económico y Volumétrico.

Para la realización del análisis económico y volumétrico de las necesidades de material orgánico del Vivero Bajo, se consideraron los siguientes aspectos:

CUADRO 6	MEZCLAS SUGERIDAS EN Kg/m <sup>3</sup>			
Compuestos	100% M.I.	50% M.I. *	75% M.I.	0% M.I.
		50% M.O. **	25% M.O.	100% M.O.
Harina de pez zuña de cuer no o sangre	1.478	---	---	---
Nitrato de potasio	0.295	0.147	0.147	0.221
Sulfato de potasio	0.147	0.147	0.147	---
Superfosfato de calcio simple	1.478	0.478	1.182	0.591
Cal dolomítica	0.887	---	---	---
Dolomita cálcica	0.000	4.435	2.965	1.478
Yeso	1.478	---	---	---
Carbonato de calcio	---	1.478	2.365	2.956
Elementos menores Sulfato de Zn, Cu, Fe, y Mn.	1.180	1.186	1.186	1.180

\* Material inerte

\*\* Material orgánico

El Vivero Bajo cuenta con un total de 5 cajoneras de propagación con las características siguientes (fig. 3):

Son estructuras en forma rectangular elaboradas con concreto y cuyas dimensiones son 1.20 m de ancho por 15 m de longitud en promedio y una altura de 0.40 m, en el fondo tienen orificios para el drenaje interno.

En su interior se coloca agrolita, agrolita mas vermiculita o tierra, dependiendo del tipo de propagación que se realice (se xual o asexual).

Las cajoneras son empleadas en forma continua para la propa ción de las plantas que son requeridas para el mantenimiento de las áreas de jardín y la creación de nuevas áreas dentro de Ciudad Universitaria.

Del trabajo de Servicio Social realizado por Espinosa y Vil chis (1984), se tienen los datos siguientes:

La cantidad de material propagado independientemente de las especies o variedades es de aproximadamente 180 000 plantas; el uso de las cajoneras es de un mínimo de 2 veces al año y la producción promedio es de 1 200 plantas por m<sup>2</sup>.

Finalmente se investigó el costo actual (1986) de 1 m<sup>3</sup> de turba que es de \$ 6 500.00 ; dato que se consideró para evaluar el análisis económico del material empleado en trasplante.

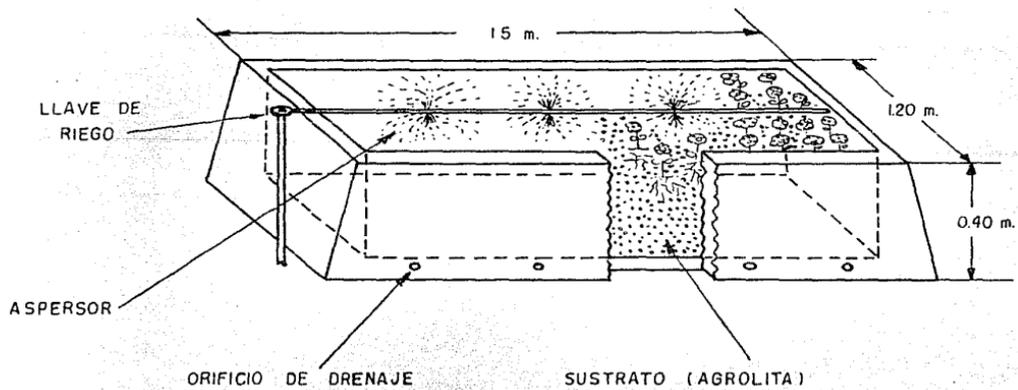


Fig.3 Cajonera de propagación

que ocupan, es la cantidad de material que se genera, dejando ver el volumen total al principio y final de la estación.

Aún cuando no se determinó las cantidades de las otras estaciones del año, los resultados arrojaron una cantidad considerable de material, dando un total de 249.9 m<sup>3</sup>.

## 5.2 Reciclaje del material orgánico de desecho.

Del levantamiento del material que se efectuó el 21 de marzo de 1986, se encontró que la ceniza utilizada "quemó" los materiales y que a mayor número de volteos, el material se pudrió con mayor rapidez, transformándose en 3 meses.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Salazar (1961) y Alvarez y Cruz (1986), quienes reportan que el proceso durará de 2 a 4 meses si se cuenta con los elementos principales.

Una vez transformado el material se tomaron 4 muestras de compostas de las zonas de estudio y se realizaron análisis químicos.

5.2.1 Los resultados de los análisis químicos de las compostas se describen en los cuadros 5 y 6 del apéndice, para un porcentaje total de elementos y para una composición total en 100 gramos de composta respectivamente.

Debido a la heterogeneidad de los materiales se consideró un promedio de los resultados obtenidos y algunos se convirtieron a porcentajes y a kilogramos por hectárea (kg/Ha) para facilitar su discusión.

Los datos se agrupan en el cuadro 8.

Para analizar los resultados se consideró la clasificación por contenido de elementos y materia orgánica en niveles de fertilidad.

Los resultados del cuadro 8 indican que el material orgánico contiene una cantidad aceptable de nitrógeno, ya que como lo indican las tablas de fertilidad de Villalobos (1981) un valor de 1.28 es de una clase mediana.

En cuanto al fósforo indica que es un elemento muy rico por que se encontró que contenía 87.5 Kg/Ha.

La cantidad de potasio que señalan los resultados indican -

## CUADRO 8 PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE 4 COMPOSTAS

## Determinación

Nitrógeno total	1.28 %	---
Fósforo asimilable	0.12 %	87.5 Kg/Ha
Potasio asimilable	2.58 %	127.5 Kg/Ha
Calcio asimilable	0.08 %	675.0 Kg/Ha
Magnesio asimilable	0.032%	215.0 Kg/Ha
Sodio asimilable	7.84 %	
C . I . C . T .	95.55	
p H	6.7	
Materia Orgánica	47.95 %	
Relación C / N	21.65	

que este material es muy pobre. En calcio dió extremadamente rico y en magnesio indica que es medianamente rico.

Las compostas reportadas en la literatura (cuadro 2) coinciden con los resultados obtenidos, aunque varían notablemente en la cantidad de fósforo.

Estos resultados varían porque la composta elaborada es de origen vegetal exclusivamente, y los datos que se obtuvieron en el análisis foliar antes de procesar el material indican que el porcentaje de materia seca en fósforo es bajo mientras que los datos de potasio y nitrógeno son altos (cuadro 9).

Según el Instituto de Investigaciones Agrícolas (1970) la C.I.C.T. es muy alta por lo que no existen problemas para el intercambio catiónico con el suelo y los fertilizantes, y la cantidad de materia orgánica también es alta; esto se ve favorecido -

porque el material proviene de vegetales. La materia orgánica de la literatura señala que los porcentajes que contienen las compostas urbanas van de 26 a 34 % y en el material procesado se obtuvo 47.95 %, cantidad más alta con respecto a las reportadas; éstos - resultados son muy favorables para las necesidades de los viveros de Ciudad Universitaria.

Las tablas de Moreno (1970) clasifican al pH como muy ligeramente ácido acercándose a neutro. Kiehl (1980) indica que debe -- ser superior a 7, sin embargo el valor obtenido es muy conveniente para las plantas ornamentales que se propagan en Ciudad Universitaria.

La relación carbono-nitrógeno (C/N) fué de 21.65 lo que indica que el material no ha llegado a su completa transformación ya que como lo señalan Kiehl (1980), Fertimex, citado por Aguirre -- (1985) y Levi et al (1955), los rangos promedio van de 10 -20 para que la materia orgánica pueda ser utilizada en la agricultura, porque de otra manera los organismos obstruyen temporalmente la - disponibilidad de nitrógeno ya que es necesario que mueran o que el nitrógeno de su protoplasma sea reciclado.

#### 5.2.2 Análisis foliares.

Los resultados de los análisis foliares se muestran en el -- cuadro 9.

Estos datos son los que arrojan 7 especies diferentes y la - mezcla de todas las especies, todas representativas de las zonas de trabajo, porque son las que tienen mayor número de ejemplares y arrojan mayor cantidad de material.

Los resultados obtenidos nos dan una referencia del contenido total de elementos que existen en las especies presentadas, -- sin embargo, estas especies no son todas las que se incluyen para el reciclaje, por lo que los datos sirven para que en una investigación posterior se realicen otros análisis de todas las especies que se incluyen en la transformación del material.

#### 5.2.3 Análisis de suelos.

Los análisis de suelos que se realizaron tuvieron la finalidad de tener referencia de su estado actual en las diferentes zo-

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

## 5.1 Cuantificación del material recolectado por zona en la estación de otoño.

De acuerdo con el objetivo planteado que fue el de hacer un análisis cuantitativo de recolección en las zonas de estudio y a las características, se determinó la cantidad de desecho generado durante la estación de otoño.

Como se mencionó anteriormente las fuentes de material orgánico provienen exclusivamente de la vegetación que existe, material que es depositado en diferentes lugares destinados a tal fin.

Los resultados de las cantidades se presentan en los cuadros 2, 3 y 4 del apéndice, considerando el número de carretillas, recolección durante el día, días a la semana que barren y número de semanas.

Los datos se resumen de la manera siguiente:

CUADRO 7 CANTIDAD DE MATERIAL ORGANICO EN  $m^3$  POR MES

Zona	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
7	7	15	9	31
13	3.12	5	5.2	13.32
Vivero Alto	60	81.12	64.48	205.60
	70.12	101.12	78.68	249.92

De manera general se aprecia que el Vivero Alto presenta la mayor cantidad de desechos orgánicos con un total de  $205.6 m^3$ , seguido por la zona 7 con  $31 m^3$  y finalmente la zona 13 con  $13.2 m^3$  de material.

La razón de lo anterior es porque en función de la vegetación que existe (cuadros 3 y 4) y la superficie de áreas verdes -

CUADRO 9 ANALISIS FOLIARES DE 7 ESPECIES DE JARDINERIA EN POR-CENTAJE DE MATERIA SECA ( % M.S. )

Especies	Nitrogeno total ( % )	mg de P/100gr M.S.	Fósforo total % M.S.
Pirul (1)	6.412	102.5	0.102
Trueno lila (2)	3.92	103.0	0.103
Trueno pinto(3)	4.34	67.5	0.067
Pinn (4)	1.89	87.5	0.087
Liquidambar (5)	2.92	78.5	0.078
Pasto (6)	4.80	65.5	0.065
Eucalipto (7)	2.96	31.5	0.031
Mezcla de materiales (8)	2.01	62.5	0.062

Especies	Hierro		Cobre		Manganeso		Zinc	
	ppm	M.S.	ppm	M.S.	ppm	M.S.	ppm	M.S.
( 1 )	1.7	0.01	0.008	0.0	0.3	0.0	0.46	0.00
( 2 )	2.0	0.02	0.0	0.0	0.2	0.0	0.44	0.00
( 3 )	3.1	0.03	0.0	0.0	0.5	0.0	0.74	0.00
( 4 )	2.3	0.02	0.0	0.0	0.5	0.0	0.46	0.00
( 5 )	1.0	0.01	0.0	0.0	1.0	0.01	0.36	0.01
( 6 )	4.0	0.04	0.0	0.0	0.4	0.0	1.05	0.00
( 7 )	1.0	0.01	0.0	0.0	1.5	0.01	0.30	0.00
( 8 )	2.8	0.03	0.0	0.0	1.0	0.01	0.70	0.00

Especies	Potasio		Sodio		Calcio		Magnesio	
	ppm	M.S.	ppm	M.S.	ppm	M.S.	ppm	M.S.
( 1 )	19.0	20.19	4.0	4.25	2.9	0.30	1.3	1.43
( 2 )	15.0	15.38	2.7	2.76	7.5	0.76	1.8	1.84
( 3 )	9.0	9.46	3.1	3.26	1.0	10.50	0.3	0.36
( 4 )	8.7	8.78	2.7	2.72	1.2	0.12	0.9	0.90
( 5 )	5.5	5.73	3.7	3.87	3.9	0.40	1.4	1.48
( 6 )	26.5	27.26	26.2	26.95	1.4	0.14	1.8	1.85
( 7 )	7.5	7.58	29.4	29.81	9.7	0.98	0.8	0.82
( 8 )	8.5	8.87	9.4	9.81	6.1	0.63	1.5	1.56

nas de estudio (cuadro 10 ).

Su evaluación se realizó de acuerdo a la clasificación tentativa propuesta por Moreno (1970). Para interpretar los análisis de suelo se tiene lo siguiente:

Para el nitrógeno, los resultados obtenidos nos indican que en general es un suelo con contenidos medios y los valores oscilan desde 0.10 % (mediano) hasta 0.19 % (rico).

Las cantidades de fósforo aprovechable extraídos mediante el método Bray-I se aproximan a suelos ricos, ya que oscilan entre 15 a 29 Kg/Ha, siendo los suelos más altos los del Vivero Alto y la zona 7, debido al origen del suelo, y a que son lugares más fértiles.

Las cantidades de potasio fácilmente aprovechable en este suelo van desde 211 a 347 Kg/Ha por lo que se considera un suelo medianamente rico a rico.

Por su contenido de magnesio cuyos valores van de 20 a 150 kg/Ha se considera que estos suelos son medianamente pobres y medianamente ricos para el Vivero Alto.

El pH varía de 6.4 a 7.0 y corresponde a un rango de ligeramente ácido a neutro.

Para los contenidos de materia orgánica no se encontraron diferencias marcadas puesto que se tienen valores desde 1 hasta 3, según las tablas, son suelos pobres por lo que es necesario que se suministre material orgánico.

La capacidad de intercambio catiónico total es baja a media considerando que los valores van de 10 a 30.4 .

De manera general se ve que la zona 13 es la que presenta las mayores deficiencias de un suelo pobre, mientras que las zonas 7 y Vivero Alto están en buen estado.

De acuerdo con las necesidades de jardinería, los suelos reúnen todas las características aunque se debe suministrar material orgánico para elevar su fertilidad.

CUADRO 10 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SUELOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

No.	Suelo	Profundidad cm	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C.I.C.T. meq/100g	M.O. %
1	Zona 13	0 - 30	6.5	6.2	6.7	2.5
2	Zona 13	0 - 15	6.6	6.4	7.8	1.0
3	Zona 13	0 - 15	6.6	6.3	26.9	1.0
4	Viv. Alto	0 - 30	6.9	6.7	30.4	1.0
5	Viv. Alto	0 - 30	7.0	6.9	20.0	3.0
6	Viv. Alto	0 - 30	6.9	6.7	18.0	3.0
7	Zona 7	0 - 10	6.6	6.4	17.0	2.0
8	Zona 7	0 - 15	6.4	6.2	20.0	2.0
9	Zona 7	0 - 20	6.7	6.4	10.0	1.0

No.	Suelo	N %	P Kg/Ha	K Kg/Ha	Ca Kg/Ha	Mg Kg/Ha	Textura	Densidad
1		0.10	15	230	1500	27	Arcillo arenoso	2.35
2		0.11	17	211	1480	20	Franco arenoso	2.23
3		0.19	17	220	1055	50	Franco arcilloso	2.20
4		0.19	18	347	1485	52	Franco	2.50
5		0.18	29	300	1300	55	Franco arcilloso	2.63
6		0.19	19	285	1470	10	Franco	2.30
7		0.17	22	217	2109	27	Franco arenoso	2.36
8		0.12	11	220	1380	29	Franco	2.35
9		0.15	27	285	1400	150	Franco	2.60

5.3 Respuesta al enraizamiento de Pilea( *Pilea hadereri* ) y -  
Hiedra sueca (*Plectranthus oertendahlii*).

Como se expuso anteriormente, el objeto de este experimento fué el de conocer el efecto de diferentes tratamientos usados como sustratos en el enraizamiento de Pilea ( *Pilea hadereri* ) y Hiedra sueca (*Plectranthus oertendahlii*) a las cuales se les aplicó los mismos tratamientos con la finalidad de promover su emisión de -- raices.

Los resultados se presentan en los cuadros 11 y 12.

CUADRO 11 RESPUESTA DE PILEA *Pilea hadereri* AL ENRAIZAMIENTO  
( PROMEDIOS )

Tratamientos	No. de Estacas enraizadas	Long. Tallo cm	No. de Raices	Long. Raices cm	No. de hojas
50 : 50	94	14	25	3	6
25 : 75	71	13	22	3	4
100 : 0	65	13	19	3	5
0 : 100	67	11	15	2	3

CUADRO 12 RESPUESTA DE HIEDRA SUECA *Plectranthus oertendahlii* AL  
ENRAIZAMIENTO ( PROMEDIOS )

Tratamientos	No. de Estacas enraizadas	Long. Tallo cm	No. de Raices	Long. Raices cm	No. de hojas
50 : 50	90	14	15	6.5	6
25 : 75	75	12	9	5	5
100 : 0	57	10	10	4	5
0 : 100	62	10	10	3.5	4

Los resultados muestran que el tratamiento 50:50 resultó como medio más favorable para el desarrollo de las raíces, con un promedio de 94 estacas enraizadas en Pilea y 90 en Hiedra sueca.

En el tratamiento 25:75 el número fue inferior, dando respuesta en 75 y 71 estacas respectivamente. En ambas especies la longitud del tallo, número de raicillas, longitud de raicillas y número de hojas fué donde se obtuvieron los mejores resultados para los dos tratamientos mencionados, dado que la composición era materia orgánica y agrolita; éstas mezclas son ideales para sustratos, tal como lo indican Fretz et al, citado por Pérez (1980), Dickey et al (1978) y Verdonck et al (1981).

Estos autores señalan que la combinación de 2 o mas materiales forman un medio que dá mayor crecimiento en las plantas, porque les proveen de calor, las mantienen erectas y con espacios porosos para la aireación y facilitar el drenaje además de que les proporcionan nutrimentos.

De esta forma se deduce que las mezclas 50:50 y 25:75 son unas mezclas equilibradas porque retienen humedad, proporcionan oxigenación en la parte basal de las estacas y después de formadas las raíces encuentran mejores condiciones de textura, pH y nutrición.

En los tratamientos 100% materia orgánica y 100% agrolita, se observó claramente que los porcentajes en ambas especies fueron bajos aunque superaron al 50% de estacas enraizadas, aunque el crecimiento del tallo fue menor encontrándose promedios de 13 y 12 cm para pilea y 10, 10 para hiedra sueca.

Los materiales sin mezclar dan respuesta inferior, debido quizás a la poca retención de humedad para la agrolita y como es un material inerte no provee nutrimentos; en el caso de la composta quizás se deba a que el material se satura de humedad y por lo tanto le falta aireación.

Las diferencias de los sistemas radicales, número de raicillas y hojas así como la longitud de las raicillas obtenidas en todos los tratamientos son debido a variaciones de las estacas de las especies utilizadas porque son de madera suave y requieren de diferentes cantidades de humedad y aireación.

De manera general se pudo apreciar que en los tratamientos 50:50 hubo mayor crecimiento de tallo, mayor número de hojas y además anchas, de un verde más intenso y presentan brotes vigorosos.

Para los tratamientos 25:75 las estacas alcanzaron a desarrollarse aunque su porte fue menor que la mezcla anterior, las hojas son más pequeñas pero robustas, con las nervaduras bien marcadas y muestran una gran cantidad de brotes.

En el tratamiento 100% composta, las hojas son más anchas pero delgadas, las nervaduras son más lisas y de un verde opaco.

Por último en el tratamiento 100% agrolita se observó menor crecimiento aunque presentaron brotes más grandes pero su color fue de un verde amarillento como clorótico.

Se puede resaltar que son especies de fácil enraizamiento -- porque presentan situaciones fisiológicas semejantes entre ellas y puede ser explicado por la posibilidad de que en la porción terminal de ellas se concentre una mayor cantidad de sustancias endógenas promotoras de enraizamiento, o bien por la menor proporción y la mayor capacidad meristemática de las células (artmann y Kester, 1984).

#### 5.4 Enriquecimiento del material con aditivos.

Este experimento está en vías de desarrollo por lo que no se presentan resultados.

Como se informó anteriormente se requiere de 6 meses a un año para evaluar las condiciones y costos que implica en cada tratamiento y sus consecuencias.

#### 5.5 Análisis económico y volumétrico del material orgánico en el Vivero Bajo de Ciudad Universitaria.

Como se señaló anteriormente se propagan en el Vivero Bajo 180 000 plantas al año (1986) y cada trasplante requiere de 0.002 m<sup>3</sup> de tierra. Al multiplicar el número de plantas por el volumen requerido resulta que se necesitan 360 m<sup>3</sup> de tierra al año (1986) o 50 camiones de tierra.

Si se considera que cada camión cuesta aproximadamente \$ 40 000.00, se tiene que el costo del material es de \$ 2000000

(dos millones de pesos) exclusivamente para los trasplantes (datos válidos para 1986).

Las necesidades volumétricas para trasplante de cajoneras - de enraizamiento a bolsas de 10 x 10 x 20 cm son de 360 m<sup>3</sup> por año.

Las necesidades económicas para trasplante únicamente son de \$ 2 700 000 . 00 (dato 1986) considerando que el costo de 1 m<sup>3</sup> de composta es de \$ 7 500 . 00 . Lógicamente no se está considerando todas las necesidades de composta, que son mucho mayores que las mencionadas.

Estos resultados sugieren la pronta solución y aprovechamiento del material orgánico de desecho, porque se tiene que en las 3 zonas de estudio arrojaron un total de 249.9 m<sup>3</sup> y como Sun set (1974) informa que el material se transforma y reduce a las tres cuartas partes de su volumen original por lo que resulta -- 188 m<sup>3</sup>.

Este resultado es válido para la estación de otoño, pero -- habría que cuantificar el material en todo el año y en todas las áreas de jardín que abarcan Ciudad Universitaria.

Como se ve se alcanzaría a cubrir las necesidades mínimas volumétricas y solucionarían un presupuesto específico y a la vez se aprovecharía el material considerado actualmente como basura o desecho.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados es posible concluir lo siguiente:

Al recolectar el material orgánico de desecho se observó -- que la cantidad real, resultado de la cuantificación dió un total de  $249.9 \text{ m}^3$ , y si se considera que el material se reduce a las tres cuartas partes de su volúmen original se obtiene  $188 \text{ m}^3$  sólo en las tres zonas de estudio, cantidad por demás favorable para las necesidades de Vivero Bajo de Ciudad Universitaria.

El procesamiento del material no incluye mucho trabajo ya - que si se le dá el debido mantenimiento, en poco tiempo se obtiene material orgánico de buena calidad.

Es importante señalar la conveniencia que tiene la trituración del material, el humedecimiento y los volteos frecuentes para que la transformación sea completa.

Se debe enriquecer el material antes de procesarlo porque - como lo indican los resultados, si los materiales no son ricos - en carbono y nitrógeno el material resulta bajo en nutrimentos; además de enriquecerlo ayudará a que su transformación sea más - rápida y dará mejores condiciones de estabilidad.

El material resultó ser de calidad y nutritivo porque así - lo indican los análisis químicos, todas las determinaciones re--sultaron favorables, sólo en la cantidad de potasio fue baja.

Por otro lado la relación carbono-nitrógeno resultó alta y se puede corregir con algún fertilizante al igual que la defi--ciencia de potasio.

Los análisis de suelo muestran que en general se encuentran en buenas condiciones de fertilidad, sin embargo se observó que se requiere de materia orgánica complementaria por lo que es necesario suministrar el material orgánico procesado para elevar - su nivel de fertilidad.

Al emplear el material procesado en propagación asexual, se vió que si existe respuesta de las especies empleadas en el enraizamiento y se observó que la mejor mezcla fue la combinación de 50% materia orgánica y 50% material inerte.

El uso del material en mezclas para trasplante se podrá verificar con una investigación posterior, ya que se requiere de 6 meses a un año mínimo para evaluar su aprovechamiento en las --- plantas propuestas.

Como se expresó anteriormente el material total para la estación de otoño fué de  $249.9 \text{ m}^3$  y al transformarlo resulta  $188 \text{ m}^3$  y el análisis cuantitativo del material necesario en Vivero Bajo indica que se requiere  $360 \text{ m}^3$  al año de materia orgánica; si se considera a las otras estaciones del año se alcanzaría a cubrir los requerimientos anuales fácilmente por lo que la hipótesis -- planteada es aceptada.

Por otro lado se observó que se requiere un presupuesto de \$ 2 700 000.00 anuales (dato 1986) y el análisis elaborado muestra que se puede abastecer el material sin necesidad de ejercer dicho presupuesto porque se consideraría todo el material que -- arroja la Ciudad Universitaria, lo que implica que al excedente se le pueda dar otro uso, igualmente necesario que el de la hipótesis.

Los objetivos se cumplieron en su totalidad con excepción -- de la utilización de las mezclas para trasplante porque se requiere de un lapso mínimo de 6 meses a un año y el enriquecimiento -- de áreas verdes también requieren de un tiempo razonable para -- evaluar su función en el suelo de jardinería.

## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. En el lugar de trabajo existe un gran problema en la acumulación del material de desecho recolectado durante el barrido - en las áreas verdes, el problema en cuestión consiste en el control de la basura generada por los jardines, ésta debería ser acumulada en artesas dispuestas para ello, sin embargo, generalmente se coloca fuera de ellas, a un lado o simplemente se almacena en lugares donde no estorbe ni sea visible a los demás.

La razón de lo anterior es porque al mezclarse con basura urbana no puede incinerarse en la planta asignada para tal fin ya que el material esta en verde (fresco), por consiguiente alteraría el funcionamiento de los quemadores, por lo que no es recogida en forma conjunta. En principio da mal aspecto al lugar de acumulación, aunado a ésto, el material no es recogido con la frecuencia necesaria y origina acumulación excesiva con sus consecuencias de una estética desfavorable y mal olor en el lugar.

Finalmente, todo el material acumulado en las artesas o a un lado, es transportado y desalojado en lugares de relleno en lugar de que sea aprovechado en un reciclaje como materiales húmicos.

2. El personal de las zonas jardinadas y áreas de bosque no cuenta con una preparación técnica para afrontar diferentes aspectos botánicos, de manejo y fitosanitarios entre otros, por lo que sería recomendable capacitar al personal para mayor eficiencia -- del mismo.

Las áreas que limitan a la zona jardinada presentan vegetación nativa que por desconocimiento o falta de recursos se va extinguiendo cuando se hacen los rellenos, por lo que es conveniente tomar medidas para preservar la ecología del lugar.

3. En las practicas de manejo no se racionaliza el riego por no llevar una adecuada calendarización. El suministro de abonos orgánicos se hace necesario, sin embargo no se utilizan por diversos problemas como el abonar con fertilizantes químicos, lo que ocasiona contaminación del suelo o un empobrecimiento gradual.

4. No existe una rotación conveniente de ornamentales, ya que una sola especie podría motivar el ataque de plagas y enfermedades.

dades que pudieran devastarlas al no existir control natural, tampoco se toman medidas de control preventivo para evitar que dominen algunos insectos, enfermedades o malezas hospederas.

5. En el bosque se requiere de mayor reforestación, la que es realizada con lentitud.

6. También existen problemas severos de enfermedades que son conocidas y no son controladas por diversas causas, especialmente por falta de recursos.

7. No existe la actividad total de recolección de semillas en el bosque (ni en las ornamentales) ni la utilización de subproductos, lo que ocasiona que no se reproduzcan todas las especies ni se aprovechan las bondades del mismo.

8. Tampoco se conoce el mantenimiento adecuado de la herramienta, se desgasta rápidamente por mal manejo y el mantenimiento no es el adecuado generalmente por la ideología del personal.

9. Existen costumbres del personal que ocasionan gastos y pérdidas para la UNAM y para la misma área de jardín, entre otras están:

a) Riego: desperdicio de agua.

b) Desconocimiento de su área de trabajo hasta niveles de confundir fertilizantes con plaguicidas y posibilidades de realizar aplicaciones de uno por otro.

c) Manejo: el ocasionar erosión por cortes inadecuados y mala ubicación de las plantas.

d) Trabajo: deficiente productividad, suspensiones frecuentes de labores, mala organización, negativas a desarrollos de programas que se establecen y realización de actividades contrarias a las indicadas.

10. Otro problema es la falta de rehabilitación ya sea porque son áreas de mucho trabajo, son zonas peatonales o se dan daños totales a las plantas por golpearlas cuando se juega en el lugar, o se le dá un empleo diferente a su objetivo original ( fiestas, eventos, etc. ).

A P E N D I C E

## CUADRO 1 LISTA FLORISTICA DE LA VEGETACION NATURAL E INDUCIDA

F A M I L I A		N O M B R E C O M U N
AIZOACEAS	<i>Csenbryanthemum crystallinum</i> L.	Rocio
AMARANTACEAS	<i>Iresine herbstii</i> Hook	Amaranto tricolor
ANACARDIACEAS	<i>Schinus molle</i> L.	Pirul
APOCINACEAS	<i>Nerium oleander</i> L.	Rosa laurel
ARACEAS	<i>Nieffenbachia picta</i> (L.) Schoot	Amoena
ARALIACEAS	<i>Aralia elegantissima</i>	Aralia elegantissima
	<i>Hedera helix</i> L.	Hiedra
BALSAMINACEAS	<i>Impatiens</i> sp. L.	Belén
BIGNONIACEAS	<i>Jacaranda mimosifolia</i> Dom.	Jacaranda
BOXACEAE	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Boj
CACTACEAS	<i>Acanthus mollis</i> L.	Acanto
	<i>Echeverria</i> sp.	Biznaga
	<i>Marillaria</i> sp.	Biznaga
	<i>Opuntia</i> sp.	Nopal
CASUARINACEAS	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina
COMPUESTAS	<i>Chrysanthemum</i> sp. L.	Margaritón
	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) D.C.	Palo bobo
CRASULACEAS	<i>Sedum</i> sp. H.B.K.	Siempre viva

## Continuación del CUADRO 1

EUFORBIACEAS	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	Noche buena
ERICACEAS	<i>Rhododendron</i> sps. Sweet.	Azóleas
FAGACEAS	<i>Quercus</i> sps. Het. B. Nee.	Encinos
GERANIACEAS	<i>Pelargonium</i> sp. Ait.	Geranios
GRAMINEAS	<i>Chloris elegans</i> H.B.K.	Pasto
	<i>Cynodon</i> sps. Pers	Pata de gallo
	<i>Eragrostis</i> sp. Hitchc, Link.	Zacate
	<i>Lolium</i> sp. L.	Zacate
	<i>Poa annua</i> L.	Zacate
HAMAMELIDACEAS	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liquidambar
HIDROFILACEAS	<i>Nigandia caracasana</i> H.B.K.	Tabaquillo
LEGUMINOSAS	<i>Acacias</i> sps. (L) Willd.	Acacias
	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sag.	Falo dulce
LILIACEAS	<i>Dracaena wuarnequi</i> (Jacq.)	Dracena
	<i>Lilium</i> sps. L.	Azucena
	<i>Yucca</i> sp.	Yuca
LOGANIACEAS	<i>Buddleja</i> sps. H.B.K.	Tepozán
MIRTACEAS	<i>Eucalyptus</i> sps. Labill	Eucalipto
NICTAGINACEAS	<i>Bougainvillea</i> sps. Willd.	Bugambilia
OLEACEAS	<i>Fraxinus uhrei</i> (Wendz) Ling.	Fresno
	<i>Ligustrum</i> sp. Ait.	Trueno lila

## Continuación del CUADRO 1

ONAGRACEAS	<i>Fuchsia sp.</i>	Aretillo
PINACEAS	<i>Cupressus sp. L.</i>	Junipero
	<i>Pinus radiata D. Don.</i>	Pino alepo
	<i>Thuja occidentalis L.</i>	Tuja dorada
POLIPODIACEAS	<i>Nephrolepis sp.</i>	Helecho ornamental
PTERIDACEAS	<i>Notholaena sp.</i>	Helecho nativo
ROSACEAS	<i>Prunus capuli Cav.</i>	Capulín
	<i>Prunus persica L.</i>	Durazno
	<i>Pyrus malus L. var. Kieffer</i>	Pera
SALICACEAS	<i>Populus sp. L.</i>	Chopo blanco
	<i>Salix sp. L.</i>	Sauce
SAXIFRAGACEAS	<i>Hydrangea macrophylla Ser.</i>	Hortencia
SOLANACEAS	<i>Datura sanguinea Ruiz et Pav.</i>	Floripondio
TROPEOLACEAS	<i>Tropaelum majus L.</i>	Mastuerzo
VERBENACEAS	<i>Lantana camara (L) Barley</i>	Lantana

Tomado de Bailey, 1951 y Martínez, 1979.

CUADRO 2 CUANTIFICACION DEL MATERIAL ORGANICO DE DESECHO EN EL MES DE SEPTIEMBRE

Zona	Evaluación	Total
7	Número de carretillas por día	3.5 (0.25) *
	Número de días que barren por semana	2
	Número de semanas	4
		$7 \text{ m}^3 = 7 \text{ m}^3$
13	Número de carretillas por día	2 (0.13) **
	Número de días que barren por semana	3
	Número de semanas	4
		$3.12 \text{ m}^3 = 3.12 \text{ m}^3$
Vivero Alto	Número de carretillas por día	39 (0.13)
	Número de días que barren por semana	3
	Número de semanas	4
		$60 \text{ m}^3 = 60 \text{ m}^3$
		$70.12 \text{ m}^3$

\*  $0.25 \text{ m}^3$  capacidad de una carretilla estandar

\*\*  $0.13 \text{ m}^3$  capacidad de una carretilla cucharona

CUADRO 3 CUANTIFICACION DEL MATERIAL ORGANICO DE DESECHO EN EL MES DE OCTUBRE

Zona	Evaluación	Total
7	Número de carretillas por día	7.5 (0.25) *
	Número de días que barren por semana	2
	Número de semanas	4
		$15 \text{ m}^3 = 15 \text{ m}^3$
13	Número de carretillas por día	3.2 (0.13) **
	Número de días que barren por semana	3
	Número de semanas	4
		$5 \text{ m}^3 = 5 \text{ m}^3$
Vivero Alto	Número de carretillas por día	52 (0.13)
	Número de días que barren por semana	2
	Número de semanas	4
		$81.12 \text{ m}^3 = 81.12 \text{ m}^3$
		$101.12 \text{ m}^3$

\*  $0.25 \text{ m}^3$  capacidad de una carretilla estandar

\*\*  $0.13 \text{ m}^3$  capacidad de una carretilla cucheronera

CUADRO 4 CUANTIFICACION DEL MATERIAL ORGANICO DE DESECHO EN EL MES DE NOVIEMBRE

Zona	Evaluación	Total
7	Número de carretillas por día	4.5 (0.25) *
	Número de días que barren por semana	2
	Número de semanas	4
		$9 \text{ m}^3 = 9 \text{ m}^3$
13	Número de carretillas por día	2 (0.13) **
	Número de días que barren por semana	5
	Número de semanas	4
		$5.2 \text{ m}^3 = 5.2 \text{ m}^3$
Vivero Alto	Número de carretillas por día	62 (0.13)
	Número de días que barren por semana	2
	Número de semanas	4
		$64.48 \text{ m}^3 = 64.48 \text{ m}^3$
		$78.68 \text{ m}^3$

\* 0.25 m<sup>3</sup> capacidad de una carretilla estandar  
 \*\* 0.13 m<sup>3</sup> capacidad de una carretilla cucharona

CUADRO 5 ANALISIS QUIMICOS DE 4 MUESTRAS DE COMPOSTAS EN PORCENTAJE TOTAL DE MATERIA SECA

Determinación	M u e s t r a s			
	1	2	3	4
Nitrógeno	1.54	0.41	1.77	1.41
Fósforo	1.45	1.09	1.21	1.17
Potasio	26.10	13.70	7.0	17.15
Hierro	0.088	0.152	0.10	0.09
Cobre	0.003	0.003	0.004	0.001
Zinc	0.021	0.025	0.033	0.017

CUADRO 6 ANALISIS QUIMICO DE LA COMPOSICION TOTAL EN 100 GRAMOS DE COMPOSTA DE 4 MUESTRAS

Determinación	M u e s t r a s			
	1	2	3	4
Fósforo (%)	0.15	0.10	0.12	0.11
Potasio (ppm)	8.4	2.8	5.6	3.8
Sodio (ppm)	11.0	2.5	7.2	8.6
Calcio (meq/100gr)	5.6	3.1	3.3	5.2
Magnesio (meq/100gr)	3.15	1.75	3.32	2.45
C.I.C.T. (meq/100gr)	120.75	52.5	114.45	94.5
Materia orgánica (%)	47.16	32.97	63.67	48.01
pH	6.8	6.5	6.6	6.8

## BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, B.F. 1966. La utilización industrial del grano de café y de sus subproductos. Instituto de Investigación y Tecnología Industrial. Boletín No.1 Guatemala pag. 27-28.
- Aguirre, B.M. 1985. Estudio microbiológico de la biodegradación del estiércol bovino y su evaluación agronómica. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Alvarez, A.C. y T.D. Cruz 1986. Utilización de los desechos biodegradables. Ciclo de conferencias 11, 18 y 25 de abril. Coordinación y Difusión Cultural y Dirección General de Extensión Académica. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alvarez, L.A. 1968. Humificación de algunos desechos industriales. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Anónimo, 1983. La basura puede rendir frutos. Ecología. Rev. del Consumidor. Septiembre No. 79
- Arens, D.L. 1983. El reciclaje de materiales orgánicos en la agricultura de la América Latina. FAD Boletín No. 51 Roma pag. 16.
- Bailey, L.H. 1951. Manual of cultivated plants. McMillan. New York. Estados Unidos.
- Barrera, P.B. 1983. Utilización del compost en la alimentación de pollos de engorda. Tesis Profesional. Departamento de Agronomía. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey. México.
- Bear, F.E. 1965. Soils in relation to crop growth, reinhold. Publishing Corporation. New York. Cap.15 pp. 151-53.

- Campos, I. 1981. Suelos, abonos y fertilizantes. Vecchi. Barcelona España. pp. 68 - 69.
- Campos, R.J. 1982. La composta beneficia a las hortalizas. Rev. - Tierra Mayo Vol. 37 No. 8 pag. 202.
- Comite on Agricultural Engineering. 1972. Canada Animal Waste Management Guide. G - 6 , G - 7.
- Dickey, R.R., E.W. Mc Elwee, C.A. Conovet, J.N. Joiner, 1978. Container growing of woody ornamental nursery plant in Florida. Agricultural Experiment Stations. Bulletin -- 793 Dec. Universidad of Florida.
- Dirección General de Economía Agrícola. 1970-80. Estadísticas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Operación.
- Espinosa, G.L. y E.G. Vilchis 1984. Informe de Servicio Social -- Ciudad Universitaria . México.
- Farallons Institute 1979. The Integral Urban House. San Francisco Sierra Club.
- Floresta 1968. Tratamiento de las basuras domiciliarias. Guatemala. Año IV No. 39 Julio pp. 10 - 14 .
- Fromm, Z.R. 1974. Efecto de la aplicación de cinco niveles de compost sobre las características agronómicas de la soya ( *Glycine max* ) bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. Departamento de Agronomía. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey. Mex.
- Fuentes, Y.L. 1983. El suelo y los fertilizantes. Ministerio de - Agricultura, Pesca y Alimentación. España. Tema XXII pp. 50, 68, 86.

- García, L.F. 1969. Algunos intentos de fermentación y transformación de basuras a humus. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, L.F. 1974. Disposición y reciclaje de desechos sólidos con propósitos de fertilidad. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Boletín Informativo. Octubre.
- García, M.E. 1981. Modificación al sistema de Clasificación climática de Köpen. Universidad Nacional Autónoma de México 3a. edición.
- Harrison, Y.D., D. Backett, B. Dare, J. Michell. 1982. Lowards a coprehensive waste management strategy for the city of Ottawa. Pollution probe Ottawa-Carleton. Vol. 1 cap. IV pp. 74-76.
- Hartmann, H.T. y D.F. Kester 1984. Propagación de plantas principios y prácticas. C.E.C.S.A. México. 4a. edición.
- Hershaft, A. 1972. Solid waste treatment technology. Enviroment. Sci. Technol. 6: 412 .
- Humber, P.R. 1972. Tratamientos y utilización de los desperdicios y bagazos de las azucareras con el confuna especial. Matzorongo-Veracruz.
- Jones, S.V. 1972. Fertilizers and soil fertility. Publishing Company Reston. E.U.N. Cap. IX pp. 306-310.
- Jordán, C.F. 1968. Aprovechamiento de residuos urbanos para la fabricación de abono orgánico. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Kiehl, E.J. 1980. Preparo do composto na fazenda. Ministerio de Agricultura . Brasil. 2a edición. pp. 6-11.

- Kiplinger, D. 1948. Growing Ornamental Greenhouse Crops in Gravel Culture. Agricultural Experiment Station Ohio. Dec. - Bulletin 679 pag. 58.
- Levi, E., A. Molina, F. Somera, L. Carrera 1955. Análisis de las soluciones actuales, aplicación al problema del Distrito Federal. Estudios y Proyectos Asociación Civil. México.
- Malpica, V. 1985. Comunicación personal. Investigador del Instituto de Geología de la UNAM.
- Marsá, F. 1982. Diccionario planeta de la Lengua Española usual. Planeta. México.
- Martín, J. F. , B. A. Krantz 1979. Compost preparation. Division of agricultural sciences. University of California. Reprin - Junio.
- Martínez, L.L. 1974. Proyecto para el manejo de desechos sólidos en la ciudad de Tijuana Baja California. Tesis Profesional. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Mc Millan, P. B. 1979. Plant propagation. Encyclopaedia the Royal Horticultural Society's of practical gardening. Christopher Michell Beazley publishers. London.
- Millar, Ch. E. 1964. Fertilidad del suelo. Salvat Editores. Barcelona España. pp. 354-356.
- Moreno, D. R. 1970. Clasificaciones tentativas. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH.

- Monroy, A. D. , G. G. Viniegra 1981. Biotecnología para el aprovechamiento de residuos orgánicos. AGT Editor. Cap II - pag. 95.
- Moon, N. J. 1970. Optimization of lactic acid fermentation of frozen vegetable process wastes. Model Systems for producing animal feeds. J. Food Sci. 44: 1460.
- Ortiz, V. B. 1977. Fertilidad de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo México. pp. 189-190.
- Delshlegel, F. J. , J. R. Shroeder, M. A. Stahmann 1969. Protein concentrates, use de residues as silage. J. Ag. Food - Chem. 17: 796.
- Pérez, M. V. 1980. Propagación por estacado en verde de un híbrido almendro (*Prunus amygdalus* Batsch) durazno (*Prunus persica* L.). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados . Chapingo México.
- Prasad, M. V. 1978. Soilless composts. Horticultural Research Centre. Division Ministry of Agriculture an Fisheries. Levin. Iniv. Massay. pp. 14-16.
- Revilla, N. J. 1981. Preparación de estiércol a partir de orujo - de uva. Ministerio de Agricultura y Pesca. Madrid España. Hoja divulgatoria. No. 14 pp. 4-11
- Rubio, C. D. 1985. Síntesis y evaluación de fertilizantes organo-minerales. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Salazar, E. 1961. El A B C del composte. Ministerio de Agricultura e Industrias. Sección de publicaciones y biblioteca. San José Costa Rica. pp. 8-12.

- Secretaría de Educación Pública. 1980. La fertilización de la tierra. Colección como hacer mejor. México. Año II Vol IX No. 90 pp. 13-19.
- Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo 1975. Boletín informativo. Enero-Febrero Chapingo, México.
- Stickelberger, D. 1983. Estudio sobre la fabricación de compuestos con desperdicios urbanos. Materias orgánicas fertilizantes. F A O. Boletín sobre suelos No. 27 pp. 56-59.
- Sun set Editors Books. 1974. Sun set guide to organic gardening . California Philip. Edinger 6a. Rempreson. Abril pp. 30 a 40.
- Superida 1981. Compost gold in your garbage. Sanitation Services. L.T.D. Recycling Systems. September. Kitchener Ontario W 263 W 9 pp 3-6.
- Verdonck, D., De Vleeschauer, M. D. Boodt 1981. The influence of the substrate to plant growth. Acta Horticulturae 126: 251 .
- Villalobos, A. 1981. Análisis Físico-Químico de suelos y plantas. Departamento de Investigación de Fertilizantes Mexicanos. S. A.