

R  
01  
T(120)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC**

**DEPOSITO LEGAL**

**PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS PARA LA FABRICACION  
DE ABONO ORGANICO"

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía, de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala

POR

FRANCISCO BAUDILIO JORDAN CARCAMO

en el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

No. 58

Guatemala, Noviembre de 1968

**TESIS DE REFERENCIA**

**NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

*Doc. Guate. Tesis 1968*



R  
01  
+ (120)

RECTOR: Lic. Edmundo Vásquez Martínez

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO: Ing. Agr. René Castañeda Paz  
VOCAL 1o. Ing. Agr. Mario A. Martínez  
VOCAL 2o. Ing. Agr. Antonio Sandoval  
VOCAL 3o. Lic. Fernando Tirado  
VOCAL 4o. P. C. Francisco Vallejo R.  
VOCAL 5o. Prof. Hugo Fond Q.  
SECRETARIO: Ing. Agr. Fernando Luna Orive

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Agr. René Castañeda Paz  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Antonio Sandoval  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Marco Tulio Urízar  
EXAMINADOR: Lic. Alfredo Chacón Pazos  
SECRETARIO: Ing. Agr. Fernando Luna Orive

-----

Guatemala, 27 de noviembre de 1968

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía,  
Ing. Agr. René Castañeda Paz  
Presente.

Señor Decano:

Atentamente nos dirigimos a usted, para manifestarle que según designación del Decanato, hemos asesorado al Br. Baudilio Jordán Cárcamo y tenido bajo consideración su trabajo de tesis titulado "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS PARA LA FABRICACION DE ABONO ORGANICO". Al haberse concluído este trabajo consideramos que reúne los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular que manifestar al señor Decano, nos suscribimos de usted con toda consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Mario Molina Llardén

Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.



DEDICATORIA DE LA TESIS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

A TODOS MIS EX-CATEDRATICOS .

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS EN GENERAL .

AL DEPARTAMENTO DE CONSERVACION DE SUELOS, DE LA DIRECCION  
GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES .

-----

ACTO QUE DEDICO:

A MIS PADRES:        Lic. Baudilio Jordán A.  
                             Alicia Cárcamo de Jordán

A MIS HERMANOS:    María Mercedes  
                             Franklin René  
                             Jorge Eduardo  
                             Alicia Beatriz

A MI NOVIA:         Aída Reguero Ramazzini

A LA FAMILIA:        Jordán.

---

Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía  
Honorable Tribunal Examinador.

Cumpliendo con los preceptos que enmarca la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado:

"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS PARA LA FABRICACION DE ABONO ORGANICO"

Aprovecho la oportunidad, para presentaros mis muestras de respeto y consideración,

Baudilio Jordán Cárcamo.

## CONTENIDO

CAPITULO I	INTRODUCCION
CAPITULO II	REVISION DE LA LITERATURA
CAPITULO III	APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS URBANOS
	III.1. Generalidades sobre su fabricación. Descripción de algunos sistemas.
	III.2. Consideraciones técnicas, económicas y de procesos que deben tenerse en cuenta para un proyecto municipal.
	III.3. Usos en la agricultura. Producción, - consumo y demanda. Valor nutritivo.
	III.4. Aspecto Sanitario.
CAPITULO IV	CONCLUSIONES
CAPITULO V	RECOMENDACIONES
CAPITULO VI	LITERATURA CONSULTADA
CAPITULO VII	APENDICE

---



## I INTRODUCCION

El desarrollo acelerado de los centros urbanos hace cada vez más difícil - evacuar los residuos sólidos producidos por la población: la ciudad de Guatemala no es una excepción. En la actualidad los residuos urbanos de la Capital de la República, representan un grave problema para el Municipio, ya que su disposición en lugares habitados como acontece en la zona 7, provocan en sus alrededores condiciones de insalubridad además de atentar contra el ornato, derivándose con éste otras series de problemas que sería obvio enumerar.

Existen diferentes métodos de disposición final de los desechos urbanos: desde el antiguo y antihigiénico vertedero abierto, pasando por el vaciado en agua, reducción de desperdicios, incineración; hasta los más modernos, como lo son el relleno sanitario y la utilización de los residuos en la fabricación de abonos orgánicos.

Con respecto a este último método, existe una serie de patentes de diferentes firmas, sobre todo europeas, para el aprovechamiento de las basuras en la fabricación de abonos orgánicos.

La Municipalidad de Guatemala <sup>1/</sup>, que se encarga de la disposición final de los desechos urbanos que produce el Municipio, parece que no ha considerado este problema en todos sus aspectos y consecuencias, por lo que no existe ningún estudio, ni proyecto que tienda al aprovechamiento de dichos residuos. Como consecuencia podemos agregar que el problema de disposición final de los residuos urbanos, se acrecienta conforme transcurre el tiempo.

Cabe mencionar también en esta oportunidad, que la importación de abonos en los últimos cinco años (1963-1967) efectuada por Guatemala, alcanza la cantidad de Q 23.142,080.00 de los cuales corresponden Q 23.062,020.00 a los abonos manufacturados y Q 80,060.00 a los abonos naturales, ocasionando como puede apreciarse una fuga de divisas considerable.

<sup>1/</sup> Observaciones personales del Autor.



## II REVISION DE LA LITERATURA

Parece ser que el problema de eliminación de los residuos urbanos es un problema común en América Latina, debido a que no se le ha prestado la importancia que merece.

Sin embargo, en Bogotá en 1955 Sokoloff y colaboradores (8), después de comparar y estudiar los sistemas "Bavo", "Com-co" y "Dano", llegaron a la conclusión que este último sistema era el más conveniente por su economía y adaptabilidad a ese país. Penagos (6) en Guatemala, presentó en 1961 ante el II Congreso Nacional de Ingeniería y Arquitectura, el sistema de las "Plantas Biológicas" capaces de producir humus y gas biológico (Metano) a partir de las basuras, desechos agrícolas y cloacales, por vía microbiana mediante fermentación anaeróbica.

En el Salvador 2/, en la Capital y en el Departamento de Santa Ana se comenzó a producir abono orgánico en forma comercial desde 1964, pero hace aproximadamente tres años la Fábrica de Abono Orgánico, S.A. de la Capital salvadoreña, dejó de funcionar por razones que parecen obedecer a fallas técnicas. La fábrica localizada en Santa Ana en la actualidad sigue trabajando, usando para ello el procedimiento Holandés de la firma Door-Oliver.

En Europa que es una región muy adelantada en la fabricación comercial de este tipo de abono, acaba de salir al mercado industrial el procedimiento de la sociedad Triga que se está empleando en 3 fábricas francesas con capacidad de 230 toneladas diarias cada una y que producen el abono en sólo cuatro días.

Triga, también ha construido otras fábricas en varios países, entre ellos la planta de Moscú en la Unión Soviética.

2/ Observaciones personales del Autor.



### III APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS URBANOS

#### III.1 Generalidades sobre Fabricación de Abonos Orgánicos

La conversión de basuras en compost se ha practicado de diversas maneras desde hace muchos años: comenzando por el sistema de estercolero en bruto desde los tiempos más remotos, que es un desafío a las más elementales reglas de higiene, hasta, los más perfeccionados e higiénicos procedimientos recientes; nos dá una idea del logro alcanzado en el campo de la fabricación industrial de los abonos orgánicos.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que tiene lugar en forma natural cuando se provee el ambiente necesario y realizado en gran escala es primordialmente un problema de manejo de materiales.

En todos los sistemas intervienen las siguientes etapas básicas:

III.1.1. Segregación o Separación

III.1.2. Fermentación

III.1.3. Reducción de tamaño o molienda

##### III.1.1. Segregación o Separación:

El objeto principal de la segregación es separar el material que se va a convertir en compost, de los demás componentes de las basuras, algunos de los cuales son de valor y pueden venderse. Con esto se logra también disminuir la capacidad de la sección de fermentación.

Algunos sistemas verifican esta separación después de terminada la fermentación requerida, debido a la facilidad con que puede separarse el material orgánico del inorgánico, pues así sólo se requiere un tamiz vibratorio que permite el paso del material orgánico únicamente. Sin embargo, este sistema tiene la desventaja de producir un residuo de bajo valor de salvamento por la deterioración sufrida durante el proceso de fermentación; y además, no permite la recuperación de trapos y papeles.

Aún cuando el método más sencillo de efectuar la segregación es por separación a mano de las basuras por un grupo de operadores colocados junto a un transportador de cinta sin fin, este método es costoso por el aumento de la mano de obra requerida y además está sometido a errores y omisiones. Los métodos más satisfactorios emplean dispositivos mecánicos para la segregación de las basuras. Unos sistemas utilizan succión con aire para la separación del papel y separadores magnéticos para el acero. Otros sistemas emplean máqui-



nas para la separación del material orgánico del inorgánico por agitación violenta de la masa y subsecuente paso de la materia orgánica a través de perforaciones.

Un tercer sistema emplea un proceso de inmersión en agua, en donde el material inorgánico se sedimenta y el orgánico se mantiene en suspensión en el líquido.

### III.1.2 Fermentación:

La fermentación de los desperdicios orgánicos es un proceso microbiológico natural que puede efectuarse ya sea aeróbicamente, anaeróbicamente o de ambas maneras; dependiendo de las condiciones ambientales suministradas al proceso. La fermentación aeróbica tiene lugar en presencia de oxígeno y la anaeróbica, en su ausencia. En esta última siempre se producen malos olores, no así en la primera.

En los procesos comunes de compostación, el medio para la fermentación se provee de diferentes maneras. En algunos sistemas, el material se abandona en celdas o hileras al aire libre, por lo que la descomposición completa tarda de seis a ocho meses. Posteriormente, se les aplica circulación forzada de aire y a veces de agua, que se recircula constantemente a través del material, con lo cual el tiempo de descomposición se reduce a un mes.

En otros sistemas, el material se mueve periódica o continuamente durante la descomposición. Cuando el material orgánico se almacena en hileras, el tiempo de descomposición se logra reducir a unas dos semanas, por volteo periódico de las mismas, con lo cual todo el material se mantiene en contacto permanente con el aire. Cuando se emplea la fermentación en celdas, se ha podido reducir a una semana el tiempo de descomposición, colocando el material en una serie de celdas verticales y haciéndolo descender periódicamente de una celda a la siguiente, manteniéndole en contacto con el aire por medio de ventilación forzada.

En otro sistema, el material se coloca en largos tambores giratorios, en donde debido al movimiento giratorio constante, se mezcla, se reduce de tamaño, y a la vez se mantiene aireado por medio de ventilación forzada, con lo que el período de descomposición ha logrado reducirse a cinco días.

### III.1.3. Reducción de tamaño o molienda:

La molienda o reducción del tamaño de las basuras antes o durante el proceso de fermentación, disminuye notoriamente el tiempo de descomposición.

Esta operación puede efectuarse de las siguientes maneras:

1. Por medio de molinos de martillos y cizalladores.



2. Haciendo pasar el material orgánico junto con una parte del material inorgánico, por tambores giratorios horizontales, en donde se desmenuza por la fricción y las colisiones constantes.
3. Haciendo pasar la masa orgánica junto con una parte del material reducido, a través de perforaciones.
4. Sumergiendo el material orgánico en un baño provisto de agitadores que - además de producir la agitación necesaria para suspenderlo, lo desmenuzan y lo hacen pasar a través de tamíces adecuados.

El segundo de los métodos descritos tiene la ventaja de que el equipo requerido no sufre tanto desgaste por la naturaleza abrasiva de la basura, como en los otros métodos.

### III.2 Descripción de algunos sistemas:

Skoloff y colaboradores (8) describen los sistemas "BAVO", "COM-CO", "PASSAVANT" y "DANO" de la manera siguiente:

#### 1. Sistema Bavo:

"La característica distintiva del sistema BAVO es el empleo de la máquina raspadora (Rasp Machine).

El sistema puede resumirse como sigue: las basuras se llevan por medio de un sistema de transportadores de cinta sin fin, en donde se separa el hierro por medio de separadores magnéticos, a las máquinas raspadoras. Estas máquinas están provistas de brazos giratorios que producen una agitación violenta de la basura y fuerza el material orgánico a través de pequeños agujeros situados en una placa áspera en la parte inferior de la máquina. El vidrio, los objetos cerámicos y los materiales similares, se quiebran y pasan junto con el material orgánico. Los pedazos grandes de materiales inorgánicos se separan por la parte superior. De estas máquinas, el material pasa por trituradores de cilindros y por molinos de martillos para reducir hasta partículas muy pequeñas, los materiales inorgánicos presentes. De aquí, el material se transporta por medio de camiones a los patios, donde se apila y se dejan descomponer naturalmente. El período de transformación es de ocho semanas aproximadamente."

#### 2. Sistema Com-co:

"Este sistema parece ser una adaptación en gran escala de las investigaciones realizadas por la Universidad de California.

Aún cuando no se dispone de información detallada sobre el equipo utili-



zado, la serie de operaciones empleadas es como sigue: recibo de basuras, selección a mano, reducción de tamaño de la materia orgánica y fermentación en hileras al aire libre. Se provee aireación por volteo periódico de las hileras. El tiempo de transformación varía de 18 a 24 días.

### 3. Sistema Passavant:

"Aún cuando existen varias plantas en operación construidas por PASSAVANT WERKE en Alemania y otros países europeos, la propuesta presentada por esta firma se basa en innovaciones recientes que disminuyen el tiempo de conversión a unos treinta días.

El proceso consiste de las operaciones comunes de recibo, selección y fermentación. Aún cuando emplea selección a mano, se ha simplificado por el uso inicial de tambores-criba o trómeles simples y por separadores magnéticos para los metales ferrosos. La operación es altamente mecanizada e incluye dispositivos para la adicción de residuos de matadero. No existe operación de molienda de las basuras, y la fermentación se realiza en celdas provistas de dispositivos para la inyección continua de aire para promover fermentación aeróbica, y para la recirculación de agua con el objeto de controlar la humedad. Las celdas se han diseñado con un factor de seguridad alto. El compost se descarga por medio de una grúa en un tamiz vibratorio, de donde pasa a los camiones para su transporte. El tiempo de entrega de la maquinaria es de 12 a 18 meses, contados a partir de la adjudicación del proyecto."

### 4. Sistema Dano:

El proceso puede explicarse como sigue:

"La basura se lleva por medio de transportadores de cinta a una serie de tamices vibratorios para la separación de cenizas y polvo. El papel se separa previamente a los tamices. De aquí el material es tomado por un transportador de cinta, en donde se separa a mano vidrios, cuernos, trapos, etc., y lo lleva a un tambor giratorio horizontal, llamado Bio-estabilizador, que está provisto de dispositivos para el control de la humedad y la aireación, en donde tiene lugar la conversión a compost en un período de 3 a 5 días. El compost pasa por un tamiz situado al extremo del Bio-estabilizador de donde es descargado y almacenado en un silo. La operación es continua y no se utiliza descomposición al aire libre. El tiempo de entrega del equipo es de 10 meses, contados a partir de la fecha en que se haga el pedido."

En Francia existen 3 fábricas que funcionan bajo el sistema de la "Sociedad de Triga".

### 5. Sistema de la Sociedad Triga: (11)

"En estas fábricas los camiones vierten la basura en una tolva de recep--



ción, de donde pasan a un separador electromagnético para retirar las chatarras que luego son comprimidas en bloques de 20 kg., las piezas metálicas no magnéticas son detectadas por un aparato de elevada frecuencia y un obrero las retira si son de importancia. Las basuras no metálicas van a un machacador compuesto por dos rotores de martillos girando uno contra otro a gran velocidad. Este aparato pulveriza vidrio, porcelana, piedras, etc., para que no constituyan peligro para los usuarios del abono. Las materias elásticas o fibrosas son desmenuzadas. Una vez machacadas las basuras pasan a la torre de fermentación a recibir un tratamiento biológico. Esta torre es un cilindro vertical de hormigón armado dividido en cuatro sectores por paredes interiores diametrales, los que se alimentan uno cada día (el proceso tarda 4 días) o bien, son cuatro torres para ocupar una diaria. Al entrar a la torre de fermentación las basuras frescas reciben un riego a manera de obtener una humedad adecuada en la masa a tratar. Los diferentes sectores de la torre o las torres, según el caso, se llenan sucesivamente y poseen un sistema de aireación forzada. El proceso de fermentación empieza inmediatamente y la temperatura se eleva. Durante 4 días el contenido se amasa y voltea por etapas, provocándose así una fuerte aceleración de la fermentación. La elevación de temperatura asegura la destrucción de los gérmenes patógenos, de los malos granos y de los parásitos. Para voltear la basura se usa una rosca sin fin que la lleva a un transportador y éste al elevador de cangilones, el cual la vuelca otra vez en el transportador para regresarla a la torre.

Terminada la fabricación el abono pasa por una zaranda y luego un tambor magnético retira las piezas metálicas de pequeñas dimensiones, agujas, etc., que no fueron retiradas al principio. El tamizado elimina los productos no fermentables mal destruidos por el machacado: materias plásticas, tejidos, caucho, cuero, etc., que se transportan a un pequeño incinerador, volteando luego las cenizas en la tolva de recepción, con lo cual desaparecen en el abono. El abono tamizado se lleva a un local de entrega, en donde se recoge con pala mecánica.

#### 6. Plantas Biológicas:

Existen en Guatemala unas 23 plantas biológicas funcionando, aprovechando los desechos agrícolas, industriales y cloacales mediante el proceso de "digestión" y producen abono biológico (orgánico) y gas biológico (metano). La descripción del funcionamiento de dichas plantas biológicas, según Penagos (6) es como sigue:

- a) Patio de recepción: plataforma de concreto de nivel superior donde se recibe el material sólido y líquido. Y
- b) Nivel inmediato inferior: Sala de molienda que comprende un molino de martillos, que es accionado por un motor de 35 HP en una de las plantas-que consume gas biológico (metano)-, producido en la misma planta.



Los desechos sólidos permanecen 3 días en prefermentación, mientras que los líquidos se almacenan en un tanque gemelo que está situado a la par de los tanques anteriores. Después que los desechos ya han sufrido el proceso de "prefermentación" son descargados por medio de un puente grúa con cucharón, que prensa la materia y la lleva a cada uno de los depósitos de fermentación, llenándose cada 3 días. En el depósito de fermentación, que consta de 10 tanques permanecerá 30 días hasta su completa transformación en bio-abono. En la parte inferior y entre los gasómetros, se encuentran las dos cajas de control para manejo y distribución del gas.

#### 7. Sistema Door-Oliver: 3/

En el Municipio de Santa Ana, República de El Salvador, funciona una fábrica de propiedad particular que produce abono orgánico a partir de los desechos urbanos procedentes de esa ciudad y tiene una capacidad de 50 toneladas de abono por 8 horas de trabajo.

La maquinaria usada en esta fábrica es Door-Oliver, marca Holandesa, y el procedimiento se puede resumir de la manera siguiente:

Los camiones cargados de basura pasan por una báscula colocada en la entrada de los patios de la fábrica, en donde son pesados. Luego llevan la basura a depositarla a un patio especial y regresan a la báscula para ser tarados. La basura depositada es seleccionada por un grupo de trabajadores que separan todos los materiales que no es posible su transformación o que ésta sea muy difícil (zapatos, manacas de coco, hules, etc.). La basura seleccionada pasa a un depósito subterráneo que posee en su interior un tornillo sin fin, el cual conduce la basura para que sufra una segunda selección de los materiales que no se pudieron separar en la primera. Esta basura por segunda vez seleccionada, es conducida por medio de unas fajas especiales hacia donde se encuentra un electroimán que separa los materiales ferrosos. De aquí es conducida la basura hacia un "molino de etapas", que no son más que molinos de martillos con diferentes graduaciones para que la molienda sea más efectiva. La basura molida llega a otro sistema de electroimanes que tienen una mayor sensibilidad y que separa los materiales magnéticos pequeños (agujas, clavos reducidos, etc.), que al electroimán anterior le es imposible separar por la forma en que le pasa la basura y por su menor poder sensitivo. Para terminar el proceso puramente mecánico que ejecuta este tipo de maquinaria, la basura llega finalmente a un "molino balístico" que aparta todos los objetos que no pudieron separarse en las dos selecciones a mano ni magnéticamente (piedras, palos pequeños, etc.).



Terminado el proceso mecánico la basura es depositada en patios cubiertos con torta de cemento y protegidos de la lluvia y el sol, mediante galeras - de construcción rústica y es allí donde comienza el proceso puramente biológico. Las pilas que se forman con la basura proveniente del molino balístico no deben de tener mas de 2 metros de altura, y en ellas se comienza a controlar - la temperatura, a regarlas con aguas negras y a voltearlas. Todo este proceso dura 31 días.

### III.2 Consideraciones técnicas, económicas y de proceso que deben tenerse en cuenta para un proyecto municipal.

Todo proceso de transformación en gran escala para la obtención de abono orgánico a partir de las basuras urbanas, deberá reunir las características - generales siguientes:

III.2.1. Métodos eficientes de manejo y movimientos de materiales.

III.2.2 Período corto de transformación.

III.2.3 Proceso continuo.

III.2.1 Métodos eficientes de manejo y movimientos de materiales:

Esta condición es importante ya que de ella depende que exista una producción continua y uniforme. Puede realizarse utilizando equipo mecánico - standard.

III.2.2 Período corto de transformación:

El tiempo de transformación debe de ser corto, ya que de lo contrario, es muy difícil obtener un proceso continuo por las dificultades que se presentan - en el movimiento de materiales y el área de almacenamiento.

III.2.3 Proceso Continuo:

Facilita controlar las condiciones óptimas para que se produzca una conversión satisfactoria y de corto tiempo; además, elimina las operaciones intermedias de almacenamiento.

En la actualidad se encuentran un gran número de firmas comerciales dedicadas a la fabricación de maquinaria y equipo para obtener abonos partiendo de los desechos urbanos en forma continua. Del proceso que utiliza cada una de estas firmas, depende la calidad del producto a obtenerse, el tiempo de - conversión y los costos de producción. Por lo tanto, se deben de tomar consideraciones de orden económico, técnico y requerimientos de proceso, para poder llegar a realizar una comparación entre los diferentes métodos; logrando de esta manera una decisión más acertada para la inversión en una planta de esta naturaleza.



Las condiciones referidas y que se pueden proponer a las firmas comerciales, son las siguientes:

#### Consideraciones Técnicas:

Estas consideraciones es necesario tomarlas en cuenta ya que de ellas - dependerá en gran escala la calidad del producto. También es útil adjuntarlas cuando se pida información a las diferentes firmas comerciales encargadas de la fabricación de maquinaria de producir abono orgánico; y son las siguientes:

1. Población actual y su proyección futura.
2. Temperatura ambiente, media y máxima diaria.
3. Precipitación pluvial; duración de las épocas seca y lluviosa.
4. Cantidad de basuras producidas en la Ciudad de Guatemala.
  - a) Producción doméstica o domiciliar.
  - b) Producción de mercados.
  - c) Producción de barrios y calles.
5. Manejo actual de las basuras.
6. Composición aproximada de las basuras, en porcentaje en peso de:
  - a) Metales ferrosos y no ferrosos.
  - b) Botellas, vidrios y cerámica.
  - c) Cenizas y escorias.
  - d) Papel, cartón, trapos y cuerdas.
  - e) Desperdicios vegetales y animales, zapatos y cueros.
7. Contenido de humedad promedio de las basuras en porciento en peso.
8. Calidad del abono.
  - a) Análisis químico.
  - b) Propiedades biológicas.

#### Consideraciones Económicas:

1. Costo de maquinaria y equipo.
2. Costo de la instalación de la maquinaria y equipo.
3. Costo de transporte.
4. Extensión de terreno necesaria para la instalación.

5. Especificaciones de diseño de las estructuras y edificios, diferentes de los empleados como soporte para la maquinaria, para que puedan ser -  
construidas por contratistas locales.
6. Cantidad y calidad del personal necesario para la operación eficiente -  
del proceso. Administración de la planta.
7. Servicios: electricidad, agua, combustibles, lubricantes, etc.
8. Amortización, intereses, seguros.
9. Garantía de funcionamiento y calidad del equipo y maquinaria.
10. Cantidad de basura procesada por hora de operación y obtención de abo-  
no orgánico en dicho proceso.
11. Experiencias con otras fábricas similares. Direcciones exactas.
12. Tiempo de entrega del equipo.

Requerimientos para el proceso:

Debido a que existen una serie de métodos para la transformación de ba-  
suras en abono orgánico y que éstos se distinguen principalmente por la forma  
en que se lleva a cabo esta transformación; y que la calidad del producto esta-  
rá ligada al proceso empleado, puede recomendarse basado en esto, una serie  
de especificaciones para que el producto que se obtenga sea de primera cali-  
dad, asegurando de esta manera el mercado.

Las especificaciones a considerarse pueden ser las siguientes:

1. Separación preliminar de los componentes no fermentables de las ba-  
suras.
2. Recuperación de los materiales de valor tales como metales, pape-  
les, trapos, vidrios, cenizas.
3. Reducción del tamaño inicial de las basuras.
4. Control efectivo y sencillo de la humedad y aireación.
5. Proceso altamente mecanizado. Disminución al mínimo de trabajo -  
humano.
6. Equipo accionado eléctricamente.



7. Facilidad de operación y mantenimiento.
8. Facilidad de cargue y descargue de basuras y compost.
9. Colectores de polvo y cenizas.
10. Clasificadores de metales, papel, trapos y vidrios.
11. Equipo para la hechura y volteo de pilas de los materiales fermentables.
12. Equipo para el acabado de compost. Almacenamiento.
13. Operación continua y automática.
14. Equipo de mezcla del compost resultante con los abonos inorgánicos comerciales de acuerdo a la cantidad de material a mezclar.

### III.3 Usos en la agricultura, producción, consumo y demanda. Valor nutritivo.

#### III.3.1 Usos en la agricultura:

Un atributo muy significativo de la tierra fértil, es su contenido de materia orgánica, la cual tiene parte prominente en la formación del suelo y es un factor en la determinación de sus características físicas, químicas y biológicas. Los abonos verdes, cosechas cobertoras, residuos de cosechas, estiércol de establos, gallinaza y compost, aumentan el contenido de materia orgánica.

Ultimamente el uso de "Compost" o abono orgánico proveniente de los desechos urbanos, que han sido transformados previamente, ha ido tomando auge y tiende en la actualidad a intensificarse (ver apéndice).

Por lo anterior podemos ver claramente que el uso de abono orgánico en la agricultura es de beneficio directo, por el papel importante que la materia orgánica juega en el suelo y en las relaciones agua-suelo-planta. Dichos beneficios pueden resumirse atendiendo a las características físicas, químicas y biológicas que esta sustancia imprime al suelo, en la siguiente forma:

#### Características físicas:

Los suelos formados a través de factores de generación, se diferencian unos de otros por diversas características que les imprimen su carácter particular.

Entre ellas las principales son el color, la textura, la estructura y la po-

rosidad. Los efectos puramente físicos de la materia orgánica sobre el suelo son los siguientes:

1. Aumenta el poder de retención de humedad de los suelos.
2. Disminuye las pérdidas de agua por erosión reduciendo la erosión hídrica, además que consolida los suelos, disminuyendo la erosión eólica.
3. Fomenta la granulación de los suelos mejorando de esta manera la aireación e infiltración.
4. Hace más compacto los suelos muy sueltos y más porosos los compactos o duros.

#### Características químicas:

Químicamente el abono orgánico mejora el suelo sirviendo como depósito o fuente de abasto de elementos nutritivos para las plantas, liberando estos fito-nutrientes en forma gradual.

Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, los elementos químicos más importantes en la materia orgánica son: el carbono y el nitrógeno; el fósforo, el hierro, calcio, potasio, magnesio y otros elementos que ocurren en más bajas concentraciones. Las principales funciones químicas del abono orgánico son:

1. Hace que muchos minerales del suelo se transformen a formas más asimilables para las plantas.
2. Ayuda a corregir las condiciones tónicas del suelo causadas por el uso excesivo de fertilizante o por la presencia de residuos de aspersiones.
3. Posee una habilidad potente para adsorber o retener los componentes de los fertilizantes y nutrientes de los minerales del suelo, haciendo disminuir de esta manera el flujo de pérdidas por percolación. En general aumenta la capacidad de intercambio de cationes.
4. Puede actuar como amortiguador en el suelo, retardando los procesos por los cuales se producen los cambios de reacción (pH).

#### Características biológicas:

La aplicación de abono orgánico en el suelo no solamente constituye un almacén de alimentos para las plantas, sino también para los microorganismos del suelo. Millar et al (5) explican esta función así: "El suelo puede ser considerado como una fábrica en operación produciendo nutrientes vegetales.



Los microbios del suelo pueden considerarse como la fuente impulsora de esa factoría, y la materia orgánica como el combustible o energía para esta fuerza".

Puede resumirse la incidencia de aplicación de abono orgánico en las características biológicas del suelo, de la manera siguiente:

1. Aumenta el contenido de microorganismos del suelo que son los que le proporcionan vida a éste, sirviendo como fuente energética para la mayoría de éstos.
2. El número de microorganismos en el suelo controla la cantidad de alimentos disponibles, por lo tanto un suelo bajo en alimentos disponibles tiene pocos microorganismos y un suelo fértil es rico en éstos.

Se han mencionado someramente los efectos sobre las características físicas, químicas y biológicas más importantes que imprime la presencia de este material orgánico en el suelo. Podemos concluir diciendo que la productividad del suelo, está ligada en gran medida a la falta o escasez de esta sustancia.

### III.3.2 Producción, Consumo y Demanda:

En la República de Guatemala no se ha efectuado ningún estudio tendiente a cuantificar la producción, consumo y demanda de los abonos orgánicos. Únicamente puede mencionarse la información proporcionada por la Dirección General de Estadística, sobre la importación en los últimos cinco años (1963-67) y la cual es de 34,573 kilos que corresponde a Q 80.060 de fuga para el país. Tales importaciones provienen de repúblicas europeas y en menor escala de El Salvador y Honduras. Las cifras anteriores se muestran en el cuadro y gráfico del apéndice. En este último se ilustra la tendencia de dicha importación.

Sin embargo, puede anotarse que la producción nacional de este tipo de abono es de fuentes muy diferentes, distinguiéndose principalmente las originadas en granjas avícolas y establos. Puede citarse también que algunas fincas productoras de café, preparan abono orgánico a partir de la pulpa de éste.

En cuanto al consumo de abono orgánico de origen nacional podemos decir que tiene mucha aceptación entre los caficultores y minifundistas que cultivan intensivamente sus tierras. Pero debido a que no existe una producción continua, la aplicación del abono orgánico se sujeta únicamente a la disponibilidad de ciertas épocas. Es digno también de mencionar el hecho de que la calidad del producto no es satisfactoria; ya que muchas veces por su mala preparación y conservación, el agricultor no recibe los beneficios esperados.



### III.3.3 Valor nutritivo:

El desarrollo y crecimiento de las plantas está condicionado por diversos factores del suelo y clima, así como por factores inherentes de las mismas plantas. Algunos de estos factores están bajo el control del hombre, pero muchos no lo están. Por ejemplo: el hombre tiene muy poca influencia sobre la temperatura, la luz y el aire, pero puede modificar el abastecimiento de nutrientes en el suelo. Se puede aumentar la cantidad de nutrientes aprovechables modificando las condiciones del suelo, por buen manejo o haciendo adiciones en forma de abono. Por esta razón es muy importante que el abono orgánico que se obtenga a través del tratamiento de las basuras, sea de alta calidad.

Aparte de su contribución en el mejoramiento de los estados físico, químico y biológico del suelo; el abono orgánico aporta directamente algunos nutrientes a las plantas. Por ello resulta conveniente mostrar los resultados de análisis químicos del abono orgánico producidos por algunos de los sistemas ya descritos:

#### Sistema de la sociedad "TRIGA" (11):

Nitrógeno .....	0.78%
Acido Fosfórico .....	0.77%
Cal .....	4.10%
Potasa .....	0.42%
Humedad .....	30.50%
Material Mineral .....	30.80%
Materias Orgánicas .....	32.50%
Acidos Húmicos .....	0.409%

#### Abonos Orgánicos S.A. (7):

Nitrógeno .....	1.23%
Fósforo .....	0.79%
Potasio .....	0.87%



Oxido de Calcio .....	5.32%
Humus .....	54.37%
pH .....	5.75

#### Ensayos semi-industriales en Bogotá (8):

Nitrógeno .....	1.0 - 1.3%
Relación C/N .....	17:2 - 19:7

#### Otros ensayos (3):

Nitrógeno .....	1.4%
Fósforo ( $P_2O_5$ ) .....	1.1%
Potasio ( $K_2O$ ) .....	0.8%
Carbono .....	28%
Cenizas .....	37%

### III.4 Aspecto Sanitario:

Aparte de atender contra la limpieza y ornato de la ciudad y de los olores nauseabundos; la eliminación de los grandes volúmenes de residuos urbanos presenta con frecuencia problemas sanitarios, pues estos atraen insectos y roedores los cuales son los responsables directos de la transmisión de gran cantidad de enfermedades y principalmente las de origen gastrointestinal.

Las cantidades y características de las varias clases de desperdicios difieren con la estación del año, situación geográfica y hábitos de población. Pero se puede admitir que un promedio diario de producción por habitante se sitúa entre 600 y 800 gramos. En cuanto a su composición podemos decir que su porcentaje de peso varía con las cifras siguientes (11): materias fermentables 20 a 50%; chatarras 3 a 5%; papeles y cartones 10 a 30%; materias inertes y cenizas 25 a 50%. Esta composición se transforma conforme transcurren los años: el porcentaje de cartones aumenta y el de cenizas y escorias disminuye. Lo que sí se puede aseverar es que el aumento de basuras está condicionado al nivel de vida de las poblaciones.

La disposición final de las basuras puede tomar dos cursos diferentes: eliminación del material o aprovechamiento del mismo. En los últimos años - se ha ido incrementando el interés de transformar en abonos los desperdicios urbanos, considerándose esta transformación como una recuperación o aprovechamiento y no simple eliminación. El material recuperado no presenta riesgos para la salud pues no desprende calor ni malos olores; no atrae roedores, pájaros, ni insectos, ya que no contiene alimento alguno para ellos. Los gérmenes patógenos, parásitos y malos granos han sido destruidos durante el calor del proceso.

Por lo tanto desde el punto de vista agrícola, el producto no presenta riesgo en su uso, sino un evidente interés por su valor como acondicionador del suelo.

-----



IV CONCLUSIONES

1. La Municipalidad Capitalina no tiene en su poder, ningún proyecto sobre el aprovechamiento de los residuos urbanos para fabricación de abonos orgánicos.
2. No existe ningún estudio completo sobre volumen y composición de residuos urbanos producidos en el Municipio. Asimismo, no se ha efectuado el análisis económico de las alternativas para la disposición final de estos materiales.
3. Actualmente el problema de la disposición final de los residuos urbanos, no es simple eliminación, sino que existe una tendencia a la recuperación de los materiales aprovechables.
4. En varios países europeos y en más de un país americano, existen -- plantas productoras de abonos orgánicos que laboran con todo éxito; es más, en Europa se continúa construyendo más plantas de esta naturaleza.
5. Se encuentra en la actualidad un gran número de firmas comerciales -- que poseen sus propias patentes y que se dedican a construir maquinaria para la producción de abonos orgánicos.
6. En Guatemala no existe ningún estudio sobre la producción, consumo y demanda de abonos orgánicos. Únicamente puede reportarse la importación de este producto.
7. De los procesos de fabricación de abonos orgánicos a partir de dese-- chos urbanos, se considera que una planta de producción continua sería lo más adecuado en nuestro medio.
8. El uso de abonos orgánicos en la agricultura es sumamente ventajoso -- por cuanto mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de -- los suelos agrícolas. Actualmente dicho uso es relativamente menor -- que el de fertilizantes inorgánicos, pero tiene tendencias crecientes en los últimos años.
9. Se opera la fabricación de abonos orgánicos en pequeña escala, dentro del país; pero también se registran importaciones cuyo origen está, tanto dentro como fuera del Mercado Común Centroamericano.

-----



## V RECOMENDACIONES

1. Que sea considerada por parte de las autoridades municipales de la Capital, la conveniencia de establecer una planta de abonos orgánicos a partir de los desechos urbanos.
  2. Para la consideración anterior es conveniente que se promuevan estudios a fin de determinar el volumen y composición de material a transformar.
  3. Se recomienda que también se reúna información sobre los diversos procesos de esta industria; con lo cual se estaría en posibilidad de fijar bases para la construcción de la planta, así como para el análisis económico de las distintas alternativas.
  4. Al merecer la atención de las autoridades municipales, se recomienda que se estudie las formas adecuadas para la administración de una planta de abonos orgánicos, ya sea por parte de la Municipalidad o por la iniciativa privada.
  5. Que sea promovido el uso de abonos orgánicos fabricados en el país; lo cual es conveniente para elevar la productividad agrícola, conservar los recursos de suelo y para mantener el equilibrio de nuestra balanza de pagos.
  6. Que se explore las posibilidades de otros usos de los abonos orgánicos, entre ellos el de utilizarlos como material de relleno en la industria de fertilizantes inorgánicos.
-



VI LITERATURA CONSULTADA

1. BARRIOS, ANGEL TOMAS. "Importancia de la materia orgánica en los suelos". Agricultura de las Américas, 14 (7) 56-159. 1965.
2. CENTENO, HECTOR A. Aprovechamiento y problemas de los residuos urbanos en la Ciudad de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería. 116 p. (tesis) 1963.
3. EHLERS, VICTOR M. y ERNEIST. "Saneamiento de desperdicios", en su saneamiento Urbano y Rural. 6a. ed. Trad. por Jaime Roig. México: Ed. Interamericana, S.A., pp. 129-159. 1966.
4. MELA, PEDRO. "La materia orgánica del suelo", en su Edafología. 2a. ed. Zaragoza: Ediciones Agrocienza, pp. 191-209. 1963.
5. MILLAR, C.E., L. M. TURK y H. D. FOTH. "La materia orgánica en el suelo", en su Edafología, 3a. ed. Trad. por Angel Recinos F. México. Ed. Continental, pp. 191-209. 1961.
6. PENAGOS, MARIO D., Plantas Biológicas; solución práctica e inmediata de graves problemas nacionales. Sgdo. Congreso Nacional de Ingeniería y Arquitectura. Guatemala, Tip. Nac. 48p. 1967.
7. SAN SALVADOR. "Los abonos orgánicos y su aplicación en la agricultura". Abonos orgánicos S.A. L.E.A. 'S.F.'
8. SKOLOFF, SERGIO, et al. Análisis técnico-económico de las posibilidades de aprovechamiento de las basuras de Bogotá. Colombia: Instituto de Investigaciones Técnicas, 50p. 1965.
9. SUAREZ DE CASTRO, FERNANDO. "Materia Orgánica", en su Conservación de suelos. México: Salvat Editores, p. 94. 1965.
10. TAYLOR, ROBERT E., ORVILLE E. HAYS y CLYDE E. BAY. "Materia orgánica", Agronomía y Veterinaria. XI (117) 4-13. 1961.
11. "Tratamiento de las basuras domiciliarias". Floresta, Guatemala, Año IV No. 39 (Julio 1968), 10-14.
12. WORTHEN, EDMUD L. y SAMUEL ALDRICH. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. 2a. ed. Trad. por José Luis de la Loma. México: Ed. Hispano Americana, 416p. 1959.



VII APENDICE

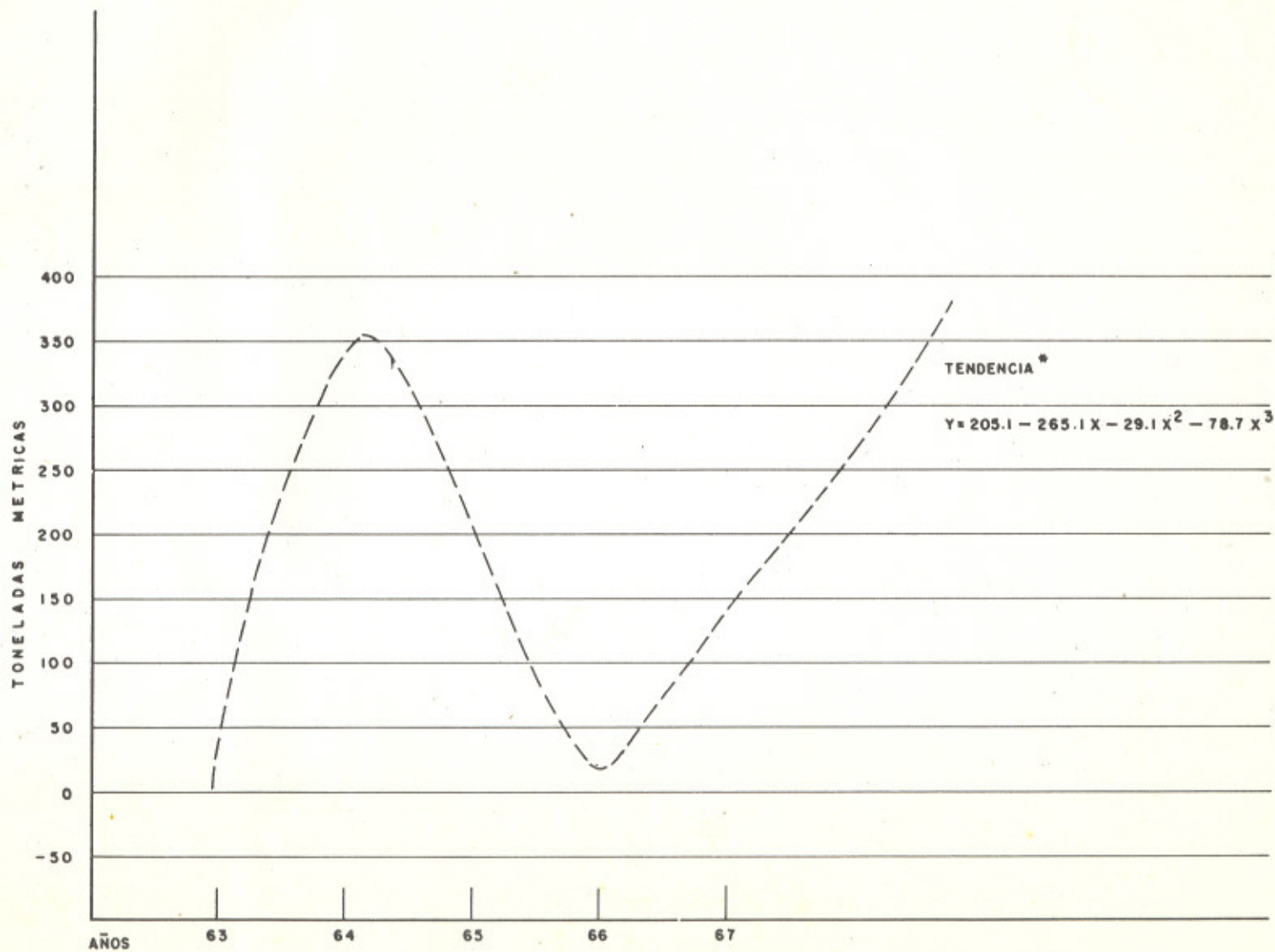
IMPORTACION ABONOS 1963-1967

AÑO	KILOS ABONO		VALOR EN QUETZALES		VALOR EN QUETZALES TON. METRICA DE ABONO ORGANICO
	INORGANICOS	ORGANICOS	INORGANICOS	ORGANICOS	
1963	32.396,654	30,610	2.785,472	3,477	113.63
1964	40.934,956	274,657	4.128,360	22,469	81.79
1965	102.516,519	221,038	5.634,812	31,001	140.27
1966	52.154,481	56,294	4.800,366	8,448	150.05
1967	63.189,562	151,974	5.613,010	14,665	96.48
TOTAL	291.192,132	734,573	23.062,020	80,060	

FUENTE: Dirección General de Estadística . Guatemala .



IMPORTACION DE ABONOS ORGANICOS EN GUATEMALA  
DURANTE LOS AÑOS 1963- 67



\* CALCULADA POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS. LA TENDENCIA DECRECIENTE  
EN 1965-66 SE DEBE A PROHIBICION GUBERNAMENTAL.

FRANCISCO BAUDILIO JORDAN CARCAMO

Vo. Bo.

Ing. Agr. Mario Molina Llardén  
Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra

Asesores

IMPRIMASE:

Ing. Agr. René Castañeda Paz  
Decano