

24. 109



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO QUIMICO DEL PROCESO DE DESCOMPOSICION
DE DESECHOS SOLIDOS DE ORIGEN
DOMESTICO A COMPOSTA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

CAROLINA RODRIGUEZ HERNANDEZ

CD. UNIVERSITARIA

1979

40731



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1.- INTRODUCCION.

Uno de los problemas que actualmente ha despertado el interés de gran número de especialistas, incluyendo ecólogos, agrónomos, biólogos, economistas, químicos, etc. es el de la contaminación ambiental causada por los desechos sólidos urbanos. Estos no aparecieron en nuestros días, sino que desde épocas primitivas acompañan al hombre, como un resultado de su actividad.

Actualmente hay gran producción de desechos sólidos, cuya disposición final es y ha sido desde siempre (a pesar de la avanzada tecnología actual) el arrojarlos al aire libre, lo más lejos posible de la vista y del olfato de los centros de población.

Esta situación ha ido en aumento a la par con el aumento de población y se ha agudizado debido a las grandes concentraciones de personas en las ciudades, haciendo que las áreas para viviendas sean cada vez más extendidas, con lo que los problemas de prestación de servicios se multipliquen.

La producción de desechos se hace tanto individual como colectivamente y varía en cantidad y calidad, dependiendo de los niveles económicos de la población, lo que implica variación en su poder adquisitivo, dependiendo los materiales y técnicas que emplea en el empaque de los productos que consume, para el envase de los alimentos; varía también en función de las estaciones del año que obligan a un cambio en el consumo general.

En México se generan aproximadamente 0.75 Kg. de desechos por habitante, mientras que en E.E. U.U. y Europa se generan de 1 a 4 Kg. por habitante.

Parte de los desechos sólidos son susceptibles de descomponerse o degradarse por acción microbiológica.

Quando la recolección y transporte de la basura, incluyendo desechos industriales, urbanos, de hospitales, etc. son inadecuados o insuficientes, surgen serios problemas ecológicos, produciendo contaminación del suelo, agua y aire, constituyendo en -- primera instancia problemas sociales con el peligro de desarro -- llar epidemias por la generación de agentes patógenos y/o tóxi -- cos y la transmisión de los primeros por medio de insectos y roa -- dores que encuentran en ese medio condiciones óptimas o favora -- bles para su reproducción.

En este trabajo se hicieron estudios específicos sobre dese -- chos de tipo doméstico, los cuales debido a su origen, normalmen -- te contienen gran cantidad de materia orgánica desagradable y u -- tilizable por un gran número de microorganismos.

Durante el proceso de descomposición son liberadas gran can -- tidad de sustancias que posteriormente pueden constituir nutri -- mentos fácilmente utilizables por las plantas.

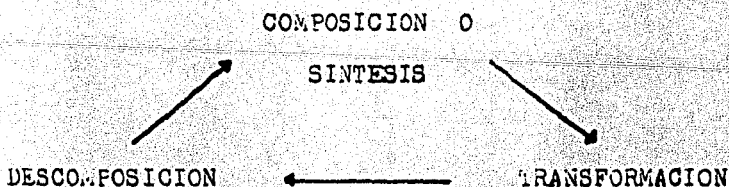
Debido a esto, este material, bien acondicionado y transfor -- mado, puede utilizarse como abono orgánico o composta.

--- (G)

El objetivo de este trabajo fué estudiar algunos cambios físicos y químicos producidos durante la descomposición natural de la materia orgánica de desperdicios, y además buscar las relaciones que tuvieron dichos cambios con las variaciones en la población de algunas especies de microorganismos, los cuales fueron estudiados en el mismo material y en el mismo tiempo en que se desarrolló este trabajo.

----(D.)

Pensamos que estos estudios inician una investigación continua y cada vez más profunda que nos irá permitiendo conocer mejor los cambios físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos que sufre la materia orgánica durante su biodegradación natural como parte de su ciclo fundamental:



lo que facilitará más adelante obtener cierto control y activación de esta parte del ciclo ecológico.

Por otra parte, este tipo de investigación ayudaría a resolver problemas de acumulación de desechos orgánicos tanto en áreas rurales como urbanas, evitando la procreación de insectos dañinos y molestos, así como la deseminación o conservación de organismos patógenos y parásitos, tanto del hombre, como de los animales que le sirven de sustento.

Por último puede generar conocimientos que ayuden a disminuir la contaminación de los suelos y a mejorar la aplicación de la -- Ley y Reglamentos que sobre contaminación por desechos sólidos -- existen actualmente.

2.- GENERALIDADES.

2.1. HISTORIA.

---- (A .)

Desde la época de los aztecas, en el año de 1473, durante el reinado de Moctezuma existía ya el sistema de limpia.

Durante la época de la colonia, en 1789, se estableció el sistema de carros de basura. El sistema de limpia en carretones de tracción animal continuó hasta el México independiente, en el año de 1824.

En la época de la Reforma es cuando ya se hacen estudios para la instalación de un incinerador municipal; éste proyecto es rechazado debido a las emanaciones que provocarían una contaminación en el aire, debido principalmente al poco conocimiento tecnológico de la época.

No es sino hasta el siglo XX, aproximadamente en el año de 1938, cuando se intenta instalar la primera planta de industrialización de basura, llevándose a la práctica hasta 1941, pero por no haber dado los resultados esperados, cesa de trabajar en el año de 1943.

A partir de 1953 se establece una campaña privada con el nombre de Compañía Mexicana de Abonos Agrícolas, S.A. que opera hasta el año de 1962. Durante éste lapso produce compostas utilizando el método Edaphon en algunos estados y ciudades de la República, procesando diferentes desechos orgánicos como: cachaza, pulpa de café, basuras de ciudad, etc. Fué dirigida técnicamente por la autora del proceso: Dra. Annie Francé-Harrar. En 1955 esta compañía instaló una planta mecanizada para tratamiento de basuras de ciudad con una capacidad de 30 Tons. diarias en la Ciudad de Puebla la cual estuvo

en operación algunos años.

Este fué posiblemente el primer intento serio para encontrar un uso adecuado a los desechos sólidos en nuestro país.

Aunque el equipo y sistemas de recolección han evolucionado, la disposición sigue efectuándose en tiraderos a cielo abierto, existiendo en nuestra ciudad sólo dos lugares de disposición; Santa Cruz Meyehualco y Santa Fé, situados al Este y al Oeste de la Ciudad, respectivamente; recibándose en la primera más de 4,000 Tons. y en la segunda más de 1,000 tons. diariamente.

Actualmente, el Departamento del Distrito Federal ha instalado una planta para tratamiento e industrialización de desechos sólidos en San Juan de Aragón, D.F. en la cual, en forma experimental, se procesan entre 500 y 750 tons. diarias de basuras; se tiene programado instalar diez plantas procesadoras más idénticas a ésta, en diferentes sectores de la ciudad, con el objeto de industrializar entre 5,000 y 7,000 tons. diarias de desperdicios urbanos.

---- (H)

2.2 USO GENERAL DE LAS BASURAS.

--- (A)

En los sistemas más utilizados comúnmente, como son los tiraderos a cielo abierto, la materia orgánica ocupa hasta las 3/4 partes de la basura, constituyendo la parte de más fácil degradación biológica, aunque una porción es de lenta degradación por estar formada por hemicelulósas, ligninas y taninos; hay otra porción que no es biodegradable, estando constituida por vidrio, metales, plásticos y otros materiales inertes; de éstos el plástico presenta muchos problemas pues se va acumulando durante la descomposición, haciendo difícil la aplicación de la composta en el campo una vez obtenida.

En tiraderos a cielo abierto los problemas de contaminación se producen cuando en la fermentación de la materia orgánica que es iniciada por los microorganismos en condiciones aeróbicas, se consume el oxígeno rápidamente provocando condiciones anaeróbicas, lo que implica formación de malos olores y sustancias tóxicas.

Ocurre también que en el proceso de descomposición la temperatura se eleva lo suficiente como para que se provoquen fuegos e incendios por autocombustión.

Durante esta descomposición que es anaerobia y muy lenta, en tiempo de lluvias corre agua a su través arrastrando los contaminantes solubles y provocando en el efluente una considerable demanda bioquímica de oxígeno ; (DBO) y tóxicos. A éste efluente se le denomina concentrado líquido o caldo de fermentación.

Existen diferentes técnicas para el manejo de las basuras -

que se pueden aplicar en forma adecuada a las condiciones particulares de cada ciudad.

Para éste tipo de problemas y como solución a ellos se han estudiado varias alternativas o formas de disposición final:

- 2.2.1. Relleno sanitario.
- 2.2.2. Reciclo.
- 2.2.3. Molienda y composteo.
- 2.2.4. Compactación.
- 2.2.5. Incineración.

En general la industrialización y uso de las basuras es un proceso mediante el cual se recuperan de ellas, aquellos materiales susceptibles de ser reintegrados al proceso comercial e industrial, ya sea como materia prima o como producto elaborado.

De acuerdo a esto, los más empleados en función de las condiciones y necesidades de nuestro país, son el proceso de reciclo y el de molienda y composteo, complementándose entre sí. Se considera que son los más adecuados en el Distrito Federal, por lo que existe un mercado para productos recuperables de las basuras.

2.2.1. Relleno sanitario.

Consiste en abrir pozos en lugares alejados de las capas freáticas, grietas y fisuras por donde éste material pueda contaminar los mantos de agua subterránea, ya sea directa o indirectamente por lixiviación del material debido a las lluvias.

El sistema de relleno sanitario consta concretamente de cuatro pasos:

- a) Depósito de los desechos sólidos en los pozos abiertos.
- b) Esparcimiento y compactación en capas delgadas.
- c) Estas capas se cubren con otro material adecuado que generalmente es tierra.
- d) Finalmente compactación del material de cubierta.

Los terrenos así empleados pueden adaptarse para jardines -- parques y campos de recreo. El punto básico del empleo del relleno sanitario es evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

2.2.2. Reciclo.

Consta básicamente de cuatro etapas:

- a) La etapa de recepción y almacenamiento de basuras de donde se alimenta continuamente el proceso.
- b) La etapa de alimentación por medio de grúas o bandas por las cuales la basura pasa a una tolva que la dosifica a un transportador y de ahí se descarga a las bandas de clasificación.
- c) Etapa de clasificación, sobre las bandas transportadoras el material es seleccionado a mano distribuyéndolo por otras bandas transversales que concentran los subproductos .(tabla 1).
- d) Etapa de subproductos y su manejo; ya concentrados los subproductos se preparan para su venta como producto o materia prima y dependiendo de sus características se compacta en prensa o se empaqueta.

El resto del material que continúa por las bandas transportadoras constituye hasta el 80% y es en su mayoría materia orgánica.

RELACION DE SUBPRODUCTOS EN EL RECICLO

--- (A)

Papel	8.90 %
Cartón	0.31 %
Vidrio blanco	1.52 %
Vidrio de color	1.54 %
Trapo	0.55 %
Metales	1.17 %
Hueso	0.25 %
Madera	0.18 %
Chatarra	0.13 %
Otros	85.42 %

Tabla No 1

Destino de los subproductos.

Papel.- Este material se somete a compactación en prensas para sacarlo en pacas, se emplea solo para la producción de papel corriente tipo estraza o para cartón y láminas creosotadas para techos de casas, no pudiéndose usar en otras cosas, debido a la mezcla de diferentes tipos de papel y a las tintas con las que están impresos.

Vidrio.- Lo clasifican en botellas íntegras, vidrio blanco y vidrio de color, es empleado como materia prima para fabricación de objetos de vidrio corriente.

Metal.- Constituido en su mayoría por latas vacías, se somete a molienda en molinos de martillos, se le separa de la materia orgánica con la que está mezclada, se prensa y se reintegra al ciclo industrial del fierro y del acero.

Textiles.- Se emplean sólo como relleno en la fabricación de colchones.

Hueso.- Después de una pulverización se utiliza como alimento para ganado, teniendo gran demanda por su alto contenido en calcio y fósforo.

Chatarra.- Generalmente es fierro que se clasifica y se vuelve a fundir.

Plástico.- Lo constituyen polímeros, estabilizadores, lubricantes, plastificadores de alto peso molecular, empleados para dar flexibilidad al producto; termoplásticos y plásticos duros, que tienen gran valor comercial, ya que se pueden volver a fundir; plásticos blandos que no se pueden volver a fundir y reintegrar por los gases que despiden al tratar de fundirlos y su mayor problema es -- que no son biodegradables.

2.2.3. Molienda y composteo.

Este es el paso siguiente al recicló, el cual consiste en moler la parte orgánica, la cual es sometida posteriormente a un proceso de fermentación natural para estabilizar la materia orgánica de fácil degradación.

El humus resultante de este proceso es de gran valor como mejorador orgánica de suelos.

Sobresalen en este proceso los siguientes aspectos:

- a) Descarga o reunión en un sitio definido de la basura orgánica.
- b) Disminución en la reproducción de ciertos insectos (moscas domésticas).
- c) Regulación de la temperatura, por lo que los incendios de los ba

sureros desaparecen totalmente.

d) mediante una oscilación adecuada de humedad se acelera la degradación y así el tiempo de descomposición puede reducirse considerablemente.

e) El material obtenido se convierte en humus, el cual puede utilizarse como ayuda para mejorar la fertilidad del suelo.

f) Las altas temperaturas (50° a 70° C) a las que se mantiene la masa, por la acción microbiológica, elimina en forma eficaz a los microorganismos patógenos, sus esporas y quistes de parásitos intestinales.

2.2.4. Incineración.

Es un producto de reducción de la basura, en el cual, gran parte de ella, el 90%, se convierte en gas: bióxido de carbono, óxido nitroso, azufre, etc. y solo el 10% restante se convierte en escoria, que es un residuo sólido.

Se emplea, además, la precipitación en campos electrostáticos para la depuración de los gases y las cenizas, con el objeto de minimizar la contaminación del aire.

Este proceso se efectúa en hornos a una temperatura de 800°C a 1100°C y en un ambiente aeróbico en exceso, donde el calor producido por la combustión se aprovecha para generar energía eléctrica.

2.3. NATURALEZA DE LOS DESPERDICIOS URBANOS.

--- (A)
- (J)

Entre los desechos sólidos existe una diferencia esencial -- que los clasifica en dos categorías principales, en función de que permiten ser degradados o no biológicamente:

2.3.1. Desechos orgánicos fermentables y

2.3.2. Desechos no fermentables.

2.3.1. Desechos no fermentables.

En cada localidad éstos residuos son muy variados y pueden provenir de diversas fuentes:

a) Residuos industriales.- Proviene de las fábricas, como por ejemplo desperdicios de metales diversos, escorias de altos hornos, grava y arenas de fundiciones, cenizas, desperdicios de plásticos, polvos, residuos de lejías, etc.

b) Residuos que provienen de la construcción.- Productos de excavación, escombros, materiales que provienen del subsuelo, restos de demoliciones.

c) Residuos pesados diversos.- Partes de troncos de árboles, barriles metálicos, muebles, tanques, etc.

d) Residuos tóxicos que pueden ser peligrosos.- Residuos de la industria química, lodos, carbón, ácidos y alcalis, coadyuvantes de filtración o decantación; de la industria de transformación como polvos de cromo y plomo, lodos con cianuro, cobre, etc.

Estos desperdicios no fermentables y además antiestéticos y voluminosos, es necesario depositarlos en rellenos sanitarios, teniendo cuidado de mezclarlos para que se eliminen entre ellos mismos los componentes nocivos que contienen.

El único factor importante es hacer que el relleno se localice en lugares adecuados para evitar la posibilidad de contaminación posterior en fuentes de agua potable.

2.3.2. Desperdicios fermentables.

Existen muchos residuos urbanos que pueden ser transformados biológicamente y pueden ser clasificados según su procedencia y características químicas en: materias orgánicas difícilmente degradables y materias orgánicas fácilmente degradables.

Materias difícilmente degradables:-

a) Los plásticos y elastómeros.- En esta categoría figuran los fenóplásticos, los aminoplásticos (vajillas), las poliolefinas (cápsulas de botellas), gomas, etc.

b) Tejidos de cuero.- constituidos por productos naturales, sintéticos puros y frecuentemente mezclados con fibras sintéticas, suelen presentarse en masas voluminosas poco fraccionadas; lana, algodón, lino, cuero, sufren a la larga el ataque de los microorganismos, pero previamente necesitan ser despedazados.

En cuanto a las fibras sintéticas, están constituidas en su mayor parte por materiales plásticos, esencialmente poliamidas (nylon), polivinílicos, acrílicos, fibras de poliéster o polietilénicas.

c) Aceites y grasas.- los lípidos y grasas están presentes en las basuras domésticas en formas diversas: animales muertos, aceites vegetales y de peces, mantequilla y derivados; cosméticos y ceras, etc. Los aceites y grasas minerales también existen bajo formas de trapos engrasados, botes, etc.

Esto es una idea de la gran variedad de sustancias que son -

químicamente diferentes. A pesar del bajo porcentaje del conjunto de éstos productos en las basuras, tienen un papel muy importante; contienen poco oxígeno y necesitan de una cantidad más elevada de aire que la necesaria para la transformación o degradación de los hidratos de carbono en moléculas más simples.

Poseen, igualmente, una gran importancia como fuente eventual de malos olores. Efectivamente, en semianaerobiosis hay a menudo formación de ácidos grasos o de productos de degradación muy abundantes, como tioalcoholes y mercaptanos. Por consiguiente, resulta indispensable compostear estas sustancias en aerobiosis intensa, para facilitar la acción de las lipasas y obtener la ruptura de las moléculas de grasa por medio de la oxidación.

Materias orgánicas fácilmente degradables.

a) Carbohidratos o glúcidos.- Entre las sustancias que existen en los desechos domésticos, los glúcidos y derivados son los más abundantes, principalmente en forma de celulosa y almidones que provienen de papel y empaques; desde el punto de vista de la práctica del compostaje se pueden distinguir: glúcidos solubles en agua, glúcidos poco solubles y glúcidos insolubles. Los glúcidos solubles fermentan rápidamente produciendo abundante gas carbónico. Muchas veces ocurre que debido a la acción de ciertas enzimas, esta fermentación empieza dentro de los mismos recipientes de basura. Los carbohidratos poco solubles, fermentan también muy rápido debido a la presencia de enzimas microbianas; comprenden hemicelulosas, almidón, inulinas, materias pécticas, etc.

El grupo de glúcidos insolubles es el más importante en las basuras domésticas, porque comprende principalmente a las celulosas

materia básica para la elaboración de papeles y cartones. Esta sustancia fermenta más lentamente porque no se encuentra en estado puro en los productos manufacturados; se desgruda al principio con una liberación lenta de gas carbónico, que después se va acelerando. Estas sustancias que no son solubles en agua, son ávidas de agua y suelen presentarse en masas compactas; paquetes de periódico, libros etc. Su fraccionamiento entonces resulta importante para poder realizar el composteo adecuado.

Los residuos celulósicos pueden alcanzar el 25% o más.

Los glúcidos, bajo el ataque oxidante de los microorganismos son el sitio de múltiples deshidrogenaciones, que pueden llevar hasta a los productos finales: CO_2 y H_2O .

Las reacciones globales y simplificadas son:



Estas reacciones son exotérmicas, y debido a esto, los glúcidos contribuyen mucho a la fermentación de las basuras, siendo muy importante la elevación de la temperatura que se produce durante la fermentación, debida casi en su totalidad al grupo de los carbohidratos, sobre todo a los insolubles en agua, obteniéndose con ello parte de la energía para la descomposición y la destrucción de organismos autóctonos y sus formas de resistencia.

b) Los prótidos.- Estos contienen gran cantidad de nitrógeno y se presentan bajo formas muy diversas. El nitrógeno, que siempre forma parte de las moléculas más complejas como las proteínas, es el elemento más interesante en los residuos, siendo indispensable su presencia para obtener una buena fermentación. Se encuentra un promedio de 0.8% de nitrógeno en la materia seca de las compostas urbanas.

c) Sustancias diversas.- Existen otras sustancias que se pueden fermentar en las basuras domésticas; pertenecen a muchos grupos químicos diferentes: fenoles, xantocianinas, alcaloides, terpenos, enzimas, etc. Estas sustancias, sobre todo las últimas, existen siempre en las basuras en cantidades ínfimas, pero ninguna fermentación puede iniciarse sin la presencia de enzimas.

2.4. LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL DISTRITO FEDERAL. --- (A)

El problema de la disposición de las basuras en el Distrito Federal, tiene ciertas características: se recogen aproximadamente 9,000 ton. diarias, cuya composición principal en peso y porcentaje se presenta en la tabla siguiente. (tabla 2).

TIPOS DE BASURA EN EL DISTRITO FEDERAL.

Concepto	ton/día	% del total
Desperdicios de mercados	1106.0 ton.	11.8%
Desperdicios de hospitales oficiales	200.0 ton.	2.1%
Desperdicios de jardines	260.0 ton.	3.8%
Desperdicios de barredoras	500.0 ton.	5.5%
Otros desperdicios	5800.0 ton.	62.2%
Papel	833.0 ton.	8.9%
Cartón	29.0 ton.	0.3%
Vidrio blanco	142.0 ton.	1.5%
Vidrio de color	144.0 ton.	1.5%
Trapo	52.0 ton.	0.6%
Metales	109.0 ton.	1.2%
Plástico rígido	5.0 ton.	0.1%
Plásticos	12.6 ton.	0.1%
Hueso	14.4 ton.	0.2%
Madera	16.6 ton.	0.3%
Chatarra	12.0 ton.	0.1%
toneladas por día	4,680.0 ton.	100.0%

Tabla No 2

Los materiales secundarios o subproductos recuperables con valor comercial son extraídos manualmente; siendo reprocesados o empleados como materia prima.

Subproductos aprovechables de las basuras recolectadas en el Distrito Federal. --- (A)

Subproducto	Ton/ día	% aprovechable del total
Papel	832.8	8.90%
Cartón	29.2	0.31%
Vidrio blanco	142.2	1.52%
Vidrio de color	144.0	1.54%
Trapo	51.8	0.55%
Metales	109.4	1.17%
Plástico rígido	10.0	0.11%
Plástico	12.6	0.13%
Hueso	14.4	0.15%
Madera	16.6	0.18%
Chatarra	12.4	0.13%
Total de subproductos	1376.0	14.59%
Total composteable	7028.0	75.31%
Rechazos	936.0	10.00%
Total recolectado	9360.0	100.00%

Tabla No 3

Como primera etapa a una posible solución del problema de aprovechamiento de estos desperdicios, y en base a la solicitud hecha por la Comisión de Estudios del Lago de Texcoco, la cual recomienda el desarrollo de áreas forestales con fines agrícolas, habitacionales, recreativas, se indica en el estudio la posibilidad de poner una planta piloto para producir, a partir de basura, materia orgánica como mejorador de suelos, aprovechando sus características físicas y químicas, en la cual se procesarían 200 ton. de basura por día, provenientes de las áreas cercanas al Lago de Texcoco.

Para establecer los métodos de disposición de desechos sólidos susceptibles de aplicarse en el Distrito Federal, se evalúan los siguientes factores:

- a) Factores técnicos.
- b) Factores laborales.
- c) Factores sociales.
- d) Mercado del producto final.
- e) Factor de contaminación.

Entre los siguientes métodos de disposición de desechos sólidos, los más susceptibles de aplicación son:

- a) Relleno sanitario,
- b) La incineración.
- c) La transformación de desechos sólidos en abono orgánico.

Este último punto se basa en que la fracción orgánica putrescible de la basura sufre una biodegradación en condiciones aeróbicas, produciendo abonos orgánicos o compostas.

Los microorganismos necesarios para dicha descomposición

existen en la misma basura cruda, desarrollándose rápidamente en las condiciones ambiental favorables.

Estas condiciones son óptimas cuando la basura se reduce de tamaño en segmentos de aproximadamente 2.5 cm.; se favorece además con la homogeneización del material, regulando también aereación, humedad y temperatura.

El sistema completo constituye:

- a) Recepción.
- b) Dosificación.
- c) Separación manual de subproductos.
- d) Trituración primaria.
- e) Separación magnética del material ferroso.
- f) Digestión.
- g) Maduración, (comprende pre-fermentación y fermentación).
- h) Pulverización.
- i) Venta del producto terminado como acondicionador de suelos.

Este proceso de recicló-composta, es el que ofrece las máximas ventajas, debido a la recuperación de subproductos reutilizables y a la gran utilidad del producto final.

2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPOSTEO.

--- (A)

Entre los factores que hay que controlar en el proceso de composteo, que son de suma importancia se encuentran:

2.5.1. Agua.

El contenido de agua debe conservar una estrecha relación -- con el contenido de materia orgánica. Específicamente, si el contenido de materia orgánica es menor o igual a 50% , el agua deberá estar en relación de un 45%; pero si el contenido de materia orgánica es mayor, hasta 60%, el agua deberá aumentarse a 55%.

Se debe mantener también al abrigo de la lluvia para conservar las condiciones de aerobiosis, evitando así malos olores. ya que un exceso de agua impide la circulación de aire y provoca estados de anserobiosis.

2.5.2. Aire.

De preferencia se debe mantener el aire en exceso durante la fermentación, lo cual facilita la oxidación más rápida. En consecuencia, la circulación de este gas sirve como órgano de dirección, tanto para aumentar la velocidad de la termogénesis, como para acelerar el descenso de la temperatura, puesto que si en la fermentación se consumen las materias orgánicas, no hay que destruirlas completamente para obtener una composta de buena calidad.

2.5.3. Naturaleza del sustrato.

Dado que la cantidad de materia orgánica fermentable influye en la velocidad de elevación de la temperatura en las fermentaciones, la naturaleza química de las basuras es un factor importante, que varía dependiendo de la época, el clima, el medio ambiente, la

cultura y en general, de las condiciones de vida de la población.

2.5.4. Factores secundarios.

Entre otros factores se encuentran: la homogeneidad de la muestra, estado de división de la muestra, disposición, forma y tamaño de los montones (bancales), los cuales influyen también en la velocidad de elevación de la temperatura.

2.6. SISTEMAS PRACTICOS DE COMPOSTEO.

--- (A)

Existen dos categorías en los sistemas de composteo:

2.6.1. Fermentación natural al aire libre.

Este tipo de fermentación está sujeto a las condiciones climatológicas, el cual puede dirigirse haciendo remover los bancales de basura en cierto orden, por ejemplo: se hace el primer movimiento en el día 3, el segundo movimiento entre el día 10 y 20 y el tercer movimiento en el día 45 al 70.

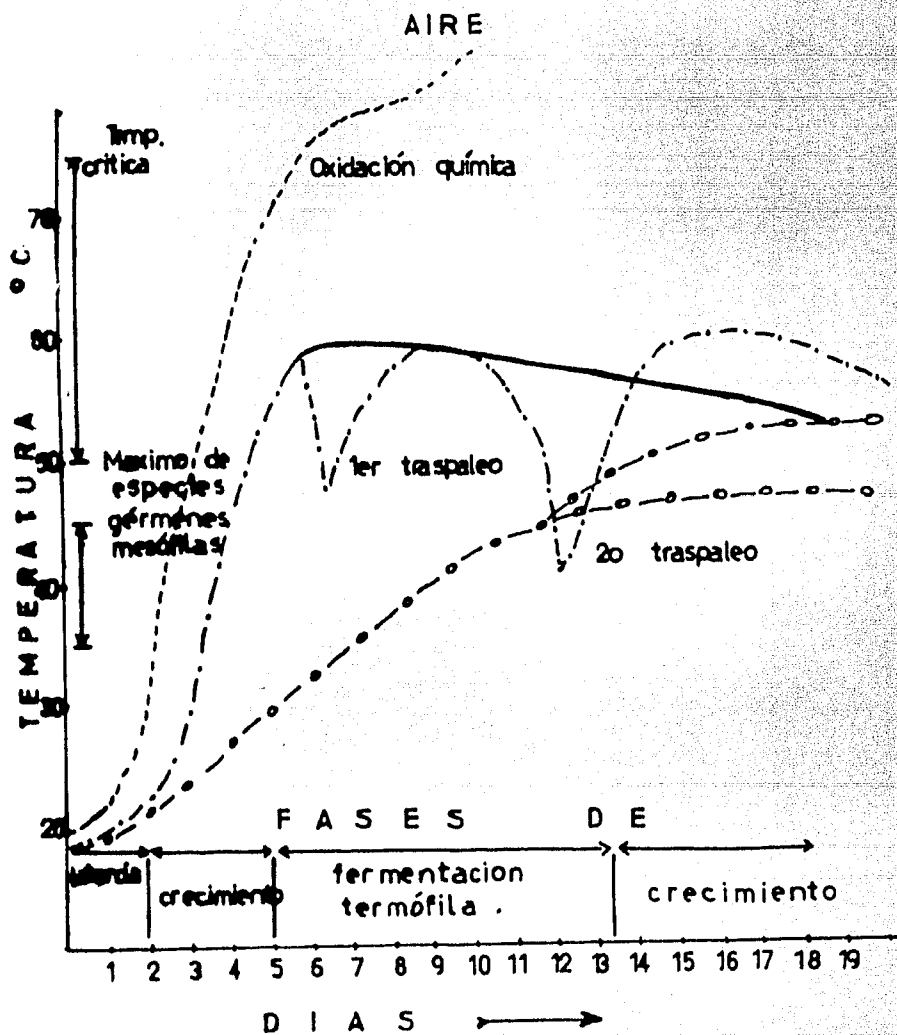
2.6.2. Fermentación acelerada.

Este proceso se prefiere con relación al anterior debido a que es factible de regular más adecuadamente los factores ambientales. La fermentación acelerada de los desechos domésticos es una fermentación que se lleva a cabo en un lugar cerrado, vigilando los factores externos ambientales, acelerando la fase aerobia y llegando en esta primera etapa a la sanidad del producto. Este control está asegurado por dos factores muy importantes: agua y aire.

La fermentación acelerada aerobia actúa por:

- a) Adición de agua para obtener el porcentaje de humedad adecuado.
- b) Insuflación de aire para eliminar el exceso de agua en caso de que las basuras contengan elto porcentaje de humedad, con lo cual también se puede reducir la temperatura.
- c) Con el oxígeno inyectado se activa la fermentación suprimiendo casi en forma total la fase de latencia y aumentando la rapidez de la termo énesis.

TERMOGENESIS DE LAS BASURAS DOMESTICAS EN LA FERMENTACION EN EL



Oxidación química
 Fermentación sin traspaleo
 Fermentación con traspaleo
 Curva obtenida en patio

} CURVAS
 TEORICAS

2.7. DESAPARICION DE AGENTES PATOGENOS DURANTE EL COMPOSTEO. - (A)

El composteo no es solamente un medio para la transformación de las basuras domésticas en abonos utilizables en la agricultura, sino que hace que un material nocivo se transforme en inofensivo debido que el material crudo, el cual la mayoría de las veces, contiene gérmenes patógenos, parásitos del hombre, de animales y vegetales además de atraer roedores (ratas), e insectos que son portadores y/o transmisores de un sinúmero de enfermedades, después de fermentado resulta en una composta exenta de dichos organismos, gracias a su autoesterilización en la parte inicial del proceso.

Este factor es muy importante sobre todo cuando se mezclan y compostean basuras domésticas con lodos provenientes de la depuración de aguas negras.

Ya que los desechos de hospitales son excluidos de las basuras domésticas, la existencia de patógenos es accidental; por lo que se considere que las basuras frescas son poco peligrosas, sin embargo, durante el composteo es necesaria la fase aerobia termófila para evitar aún riesgos mínimos de contaminación; ya que se ha demostrado, por experiencia, que la mayoría de los organismos patógenos más comunes, susceptibles de encontrarse en el sustrato, son aniquilados debido a la elevación de la temperatura. (Tabla 3).

Trabajos realizados anteriormente demuestran que los gérmenes infecciosos son destruidos o fuertemente inhibidos por la acción de la temperatura durante el composteo. Se sabe que las bacterias -

tíficas y entéricas pueden permanecer vivas en el suelo por más de 40 días, pero en el composteo se eliminan entre el primero y el segundo día, según la velocidad del incremento de la temperatura

TEMPERATURA Y TIEMPO DE EXPOSICION NECESARIOS

PARA LA DESTRUCCION DE CIERTOS AGENTES PATOGENOS Y PARASITOS DEL HOMBRE

Especie patógena	Temperatura de pasteurización					min.
	50°	55°	60°	65°	70°	
<u>Quistes de Entamoeba histolytica</u>	5	-	-	-	-	"
<u>Ovos de Ascaris lumbricoides</u>	60	7	-	-	-	"
<u>Brucella abortus</u>	-	60	-	3	-	"
<u>Corynebacterium diphteriae</u>	-	45	-	-	4	"
<u>Salmonella typhosa</u>	-	-	30	-	4	"
<u>Escherichia coli</u>	-	-	60	-	5	"
<u>Micrococcus pyogenes var. aureus</u>	-	-	-	-	20	"
<u>Mycobacterium tuberculosis var. promixis</u>	-	-	-	-	20	"
<u>Virus</u>	-	-	-	-	25	"

Tabla No 3

El efecto de la autoesterilización es mayor en el ambiente natural debido a la competencia bacteriana, antagonismo, antibiosis, diversos gases, sustancias tóxicas y vapores, eliminándose también parásitos y quistes.

Se ha visto también que la fermentación acelerada aniquila microorganismos peligrosos para la higiene como: Salmonella enteritidis. La elevación de la temperatura facilita la germinación de las bacterias esporuladas que después son eliminadas por el calor y el efecto de antibióticos.

En lo que se refiere a organismos fitopatógenos se han hecho estudios sobre la posibilidad de supervivencia en estado de virulencia de los diversos parásitos contenidos en los residuos que han sufrido un composteo termofilo normal, y se han encontrado que honros parásitos como: Ospidium brassicase, Plasmodiophora -- brassicase, peligroso para la col; la roña negra de la papa; bacterias fitopatógenas que producen manchas negras en la col, putrefacción de las lechugas, el marchitamiento de los tomates, etc. -- son destruídos en el composteo.

Debido a las altas temperaturas es difícil que se acumulen roedores como ratas y ratones campestres, así como que proliferen moscas y otros insectos, de los cuales los más frecuentes son: Musca doméstica (mosca doméstica), Drosophila melanogaster, moscas azules y verdes y más frecuentemente moscas de la carne. En épocas de frutas además de las Drosofilas aparecen avispas. Cuando la fermentación es acelerada y con una circulación mecánica de aire, y don de la mayoría de los equipos están cubiertos, la proliferación de animales e insectos se considera excepcional.

En base a esto se afirma la inocuidad de las compostas para poder ser usadas en pastizales y praderas.

2.8. USO DE LA COMPOSTA EN LA AGRICULTURA.

Puesto que la fertilidad de los suelos esta basada principalmente en su contenido de materia orgánica y microorganismos propios, es necesario conservar dichos elementos o bien restituirlos para mantener su actividad productiva.

Como bien sabemos, los suelos de cultivo, después de algún tiempo van perdiendo su contenido de materia orgánica y elementos químicos nutritivos, esto quiere decir que los suelos se van mineralizando y empobreciendo, podemos evitar que este proceso llegue a provocar la desaparición de todo vestigio de vegetación empleando para ello una serie de fertilizantes como; Algas marinas, guano, harina de pescado, abonos verdes, turbas, estiércol, fertilizantes químicos, etc.

La mayoría de estos fertilizantes están formados por materia orgánica cuyas principales características son:

- a) Mejorar la estructura de los suelos.
- b) Estimular el desarrollo radicular de las plantas.
- c) Aprovechar mejor los fertilizantes químicos.
- d) Es el principal soporte de la actividad microbiológica del suelo.
- e) Incrementa el poder retentivo del suelo para el agua y los fertilizantes químicos.

La composta empleada en la agricultura tiene como propiedades físicas las siguientes:

- a) Facilita las operaciones agrícolas para la siembra.
- b) Mejora la textura, aumentando la cohesión de las arenas y dis

minuyendo la cohesión de las arcillas.

c) Aumenta la retención de agua.

Las propiedades fisicoquímicas y químicas de la composta son:

a) Mayor poder adsorbente.

b) Facilita la retención del potasio y del ión amonio.

c) Mejora la capacidad de intercambio iónico, facilitando la asimilación de nutrientes químicos a la planta.

Una propiedad muy importante es la posibilidad de incorporar al suelo millones de microorganismos, que produzcan acciones benéficas al suelo y a las plantas.

2.9. DIVERSAS UTILIZACIONES DE LA COMPOSTA.

2.9.1. En cultivos agrícolas de extensión.

Se ha empleado más comunmente en cultivos de maíz, trigo, cebada, remolacha azucarera, papa arroz, girasol y tabaco.

2.9.2. En cultivos hortícolas.

La composta utilizada en hortalizas permite el calentamiento más rápido de los suelos, lo cual proporciona mayor precocidad en las verduras y hace sus raíces más vigorosas. Se emplea en: cultivos de apio, lechuga, achicoria, zanahoria, cebolla, col, coliflor, tomate, rábano espinacas, frijol.

2.9.3. En pastizales y céspedes.

La composta tiene efectos durante la germinación, crecimiento y rendimiento del heno.

2.9.4. Se emplea también en vitivinicultura.

2.9.5. En fruticultura y silvicultura (viveros).

El mejorador a base de basuras domésticas ayuda a suprimir las carencias de los cultivos de arbustos, además de la estructura del suelo resiste mejor la degradación producida por el uso de maquinaria.

2.9.6. En el cultivo de los campignones el mejorador tiene acción sobre la humedad, la pasterización, la homogeneidad de las cosechas y el mejoramiento del desarrollo del micelio, aumentando los rendimientos.

Además las compostas pueden sustituir con ventaja al estiércol, debido a que han pasado el período de fermentación y su actividad sobre las plantas y el suelo, se manifiesta en muy corto tiempo, en cambio el estiércol tardará de dos a tres años como mínimo en incorporarse al suelo.

--- (H)

2.10. PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE
 LAS COMPOSTAS DE ORIGEN URBANO. --- (A)

Los datos enumerados a continuación pertenecen a exámenes --
realizados en muestras de compostas de origen urbano en general.

- a) Tienen una densidad que varía de 0.3 a 1.0 según el grado de se-
quedad, es estado de maduración y tamaño de las partículas.
- b) La granulometría, de la cual depende la utilización, varía de me-
nos de 5.0 mm. a 40 mm.; arriba de 40mm. los productos no son --
considerados como compostas por los consumidores, a menos que --
sean empleados en labores profundas en el campo.
- c) El color varía de gris claro a castaño oscuro y a veces hasta -
café muy oscuro.
- d) El olor nunca es pútrido, sino inodoro o ligero y frecuentemente
tiene olor a tierra.
- e) El pH que es ligeramente ácido (5.5 a 7.0) en el caso de basura-
fresca, pasa a neutro y después a básico; durante el proceso, se
estabiliza del lado alcalino (7.5 a 8.5)
- f) El contenido de agua varía con el estado de la fermentación y la
naturaleza del sustrato original. El Promedio es de 30% a 40%
- g) El contenido de sustancias químicas encontradas después de una se-
rie de análisis en este material en promedio es el siguiente:

Análisis en materia seca.

Manganeso total	550 ppm.
Cobre	160 ppm.
Zinc	780 ppm.
Boro	16 ppm.
Relación C/N	23,2

Tabla Num. 4

Análisis en materia seca.

Materias orgánicas totales.	50.0 %
Carbono	19.0 %
Nitrógeno total	0.8 %
Fósforo como F_2O_5	0.6 %
Potasio como K_2O	0.4 %
Sodio como Na_2O	0.5 %
Calcio como CaO	5.8 %
Magnesio	0.6 %
Fierro	1.8 %
Azufre	0.6 %
Cloruros	0.5 %

Tabla No. 5

Estas cantidades pueden variar mucho, de acuerdo a la naturaleza de los desperdicios.

De acuerdo a los resultados anteriores se establece que la composta de origen urbano es un abono orgánico rico, con cierta cantidad de humedad, que contiene calcio y oligoelementos, por lo que se considera un mejorador orgánico polivalente de variados efectos en el suelo; éstos pueden ser:

- a) Una acción que mejora la textura de los suelos arcillosos y compactos y produce una cohesión incrementada de los suelos ligeros y arenosos., produciéndose suelos de migajón o francos permitiendo una mejor aereación y movimiento de líquidos y gases en ellos.
- b) Una mejor retención del calor, pues los suelos claros se vuelven poco a poco más oscuros, produciendo una estructura más desarro

llada, la cual tiene relación con un incremento del rendimiento, -
ésto se ha observado en los viñedos en la Provincia de Champagne ,
y además evita en este caso, las variaciones bruscas de temperatura.

c) La composta de tipo urbano permite una mejor asimilación de -
los minerales, regulariza su absorción por las plantas. Además es-
te producto puede utilizarse como material básico para la elabora -
ción de abonos orgánicos mixtos, mezclándolos con ciertas proporció-
nes de fertilizantes químicos u otros mejoradores orgánicos; en al-
gunos lugares como Francia, se emplean por ejemplo: turba, corteza,
vinazas.

d) El compost urbano proporciona calcio y magnesio, por lo cual se
recomienda para suelos áridos, descalcificados o lixiviados, por -
ejemplo en los suelos podzolizados o en vías de podzolización.

e) Algunos suelos a pesar de ser ricos en calizas, cuando se efec-
túan cultivos intensivos, se pueden observar con frecuencia caren-
cias de calcio y otros elementos, los oligoelementos de las comos-
tas los mejoran de modo especial.

f) Al proporcionar fierro y magnesio quelatados en las compostas,-
mantienen a estos elementos en forma aprovechable evitando su blo-
queo, cuando son aplicados a suelos calizos.

g) Este mejorador proporciona a los suelos las diversas propiedades
comunes a todos los compuestos que contienen productos húmicos; --
acción sobre el complejo absorbente, acción sobre la turgencia de -
las plantas y en otros aspectos fisiológicos; lo que ayuda al mejor
desarrollo de éstas.

2.11. NUTRIMENTOS VEGETALES.

Se puede definir como un nutrimento vegetal aquella sustancia que después que es asimilada por la planta, fomenta su desarrollo en cualquier fase de su crecimiento; desde la fase de germinación, hasta la fase de maduración, obteniéndose por consiguiente un mejoramiento en el rendimiento de la planta, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Se dice entonces que los nutrimentos vegetales son sustancias inorgánicas absorbidas del suelo por la planta, para su utilización en el metabolismo.

Se ha comprobado prácticamente la presencia de todos los elementos de este tipo en la materia orgánica, pero solo 18 de ellos poseen el carácter de imprescindibles en el crecimiento vegetal.

Los elementos son los siguientes:

Carbono	Fósforo	Hierro
Nitrógeno	Magnesio	Azufre
Calcio	Cobre	Molibdeno
Boro	Manganeso	Cloro
Zinc	Hidrógeno	Cobalto
Oxígeno	Potasio	Sodio

Los tres últimos elementos se consideran innecesarios; pero en investigaciones recientes se ha justificado su clasificación como elementos esenciales.

De la serie de nutrimentos mencionados anteriormente nos re

feriremos mas adelante a los tres más importante: Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y sus respectivas combinaciones para formar los fertilizantes químicos.

Existen además diversos materiales, sustancias, compuestos, etc., que al ser adicionadas al suelo ayudan también al crecimiento vegetal en forma directa e indirecta, ya que no siempre intervienen en la formación de la materia vegetal, sino que aveces actúan mejorando las condiciones ambientales de la planta, desde el punto de vista edafológico.

Entre ellas tenemos los abonos orgánicos, compostas, abonos verdes, enmienda caliza, etc., y que actúan originando:

- a) Un mejoramiento de la estructura del suelo.
- b) Mejoran la economía acuosa y la aereación.
- c) Incrementan la capacidad de intercambio iónico.
- d) Eliminan las sustancias dañinas que inhiben el crecimiento, haciendo que los nutrientes sean aprovechables por la planta.
- e) El material orgánico al transformarse en humus, ayuda a establecer las poblaciones microbiológicas y la bioquímica adecuadas a un suelo fértil.

2.11.1. Nitrógeno.

Todos los procesos vitales se asocian con la existencia de un plasma funcional que presenta al nitrógeno como constituyente característico de las proteínas, también se le encuentra en componentes de gran importancia fisiológica del metabolismo vegetal como: clorofilas, nucleótidos, fosfátidos, alcaloides, enzimas, hormonas, vitaminas. Por lo tanto la deficiencia de nitrógeno ejerce un efecto

to sobre el rendimiento de las plantas, las cuales crecen muy lentamente y sin desarrollarse completamente, se tornan cloróticas, dado que no existe el nitrógeno necesario para la síntesis proteica y -- clorofílica. La deficiencia clorofílica inhibe a su vez la capacidad de asimilación y formación de carbohidratos. Esta deficiencia de nitrógeno se caracteriza por la pérdida de color verde de las hojas. Las plantas deficientes de nitrógeno reaccionan rápidamente a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Pero cuando hay aplicación excesiva de nitrógeno, la planta recibe un mayor estímulo en su síntesis proteica y formación de nuevos tejidos empleando la mayoría de sus carbohidratos; debido a ello los carbohidratos de peso molecular elevado necesario para la formación de tejidos de consistencia se sintetizan en cantidades insuficientes, presentando así - las plantas una consistencia blanda y esponjosa.

La fertilización nitrogenada es una medida correcta y necesaria; cuando su dosificación es adecuada si satisface la demanda de la planta y armoniza con las exigencias de fósforo y potasio, siendo un medio eficaz para incrementar los rendimientos y la calidad del producto.

Se sabe que las plantas solo aprovechan el nitrógeno combinado como ión nitrato o amonio, la gran reserva de nitrógeno elemental es atmosférico, siendo el 78% de la mezcla de gases atmosféricos, y no se aprovecha por las plantas directamente a excepción de las leguminosas y otras plantas que viven en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno.

Independientemente de las bacterias nodulares, existen en el

suelo y el agua una serie de bacterias, algas verdes y azules, capaces de fijar nitrógeno atmosférico, el cual ponen a la disposición de los vegetales superiores, en forma indirecta.

El suelo experimenta también un enriquecimiento directo mediante pequeñas cantidades de nitrógeno que acarrea consigo las precipitaciones pluviales.

Puesto que no existen minerales nitrogenados en el suelo, la reserva del suelo depende directamente de la presencia de materia orgánica nitrogenada en él. Por lo tanto la mayoría de los suelos minerales son pobres en nitrógeno, reaccionando favorablemente a su suministro adicional en forma mineral u orgánica.

El nitrato y el amonio son prácticamente los únicos compuestos nitrogenados que pueden ser asimilados por las plantas. Los aminoácidos pueden ser asimilados tanto por vía radicular como por vía foliar. La urea es importante ya que rápidamente es asimilada por las hojas y transformada a amoníaco, por la ureasa, esta enzima se encuentra tanto en el vegetal como en el suelo.

El pH es un factor muy importante en la asimilación del nitrógeno. En pH alcalino los compuestos amoniacales pasan a amoníaco libre NH_3 , con resultados tóxicos para la planta. En estas condiciones el plasma presenta una reacción ligeramente básica que motiva la preferente asimilación de los iones nitrato.

Mediante la actividad microbiana y bajo condiciones favorables, el amonio sufre una transformación a nitrato. De esta manera la planta dispone simultáneamente de ambas formas nitrogenadas: nítrica y amoniacal.

En suelos con deficiencia de magnesio deberán evitarse los fertilizantes amoniacales, dado que el amonio restringe aún más -- que el potasio, la absorción del magnesio. El nitrato por el contrario fomenta la asimilación del magnesio.

2.11.2. Fósforo .

El ácido fosfórico ocupa un papel muy importante en el metabolismo vegetal. Para que los procesos de catabolismo y anabolismo de los carbohidratos se efectúen normalmente, es necesario que estos compuestos hayan sufrido una previa esterificación con ácido fosfórico.

Este ácido interviene también en el metabolismo graso de los procesos de transformación de energía. Es constituyente de compuestos como: fitina, lecitina, nucleótidos, igualmente se encuentra en algunas enzimas.

En algunos casos las leguminosas que presentan deficiencias en fósforo, pueden sufrir simultáneamente la deficiencia de nitrógeno, ya que es necesario un abundante abastecimiento de ácido fosfórico de la planta para que las bacterias nodulares alcancen su completo desarrollo.

El exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Un elevado contenido de fósforo en los productos cosechados, es deseable no sólo por la mejora de la calidad de las sustancias orgánicas, sino también por la gran importancia que tiene en la nutrición humana y animal. La asimilación del ácido fosfórico en las plantas puede realizarse bajo el mayor grado de oxidación del ácido fosfórico H_3PO_4 en forma de -

ión PO_4^{3-} o ión H_2PO_4^- .

En el suelo el fósforo se encuentra principalmente en forma de apatita $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ó $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$, fosfato férrico y fosfato de aluminio que son difícilmente solubles.

En suelos neutros con alto contenido de cal se efectúa la fijación de fosfatos fácilmente solubles (superfosfatos).

Después de la mineralización de la materia orgánica, una fracción del ácido fosfórico del suelo se presenta en forma de compuesto orgánico y queda a disposición de la planta. Esta materia orgánica además de ser importante como suministro de fosfatos fácilmente solubles, lo es también por retrasar o impedir, por contener numerosos compuestos orgánicos, la fijación inorgánica en el suelo de los fosfatos solubles aplicados, haciéndolos más aprovechables por la planta.

2.11.3. Potasio.

Este elemento vital es requerido en mayor proporción por la planta a pesar de no formar compuestos orgánicos celulares, sino que se encuentra soluble en el jugo celular, o absorbidos en el protoplasma. La función principal del potasio es mantener la turgencia de los coloides en el plasma vegetal, lo cual es imprescindible para el desarrollo normal de los procesos metabólicos. Mediante el efecto balanceado entre respiración, transpiración y anabolismo, mantiene el equilibrio acuoso de la planta. Este elemento resulta también de la actividad de varias enzimas.

Existe una relación importante en nutrición vegetal que es nitrógeno/potasio, la cual se cree que tiene efectos antagónicos,

ya que se ha visto que un suministro de potasio puede corregir frecuentemente los efectos perjudiciales que ocasionan las elevadas dosis de nitrógeno en plantas.

El potasio tiene también un benéfico efecto sobre la calidad de la fibra de las plantas que se explotan con ese fin. Favorece también el desarrollo radicular.

La absorción de potasio se realiza siempre en forma de ión potasio monovalente electropositivo, solamente una pequeña fracción del potasio del suelo se encuentra a disposición del vegetal; de este modo solo un pequeño porcentaje se encuentra en la solución del suelo, quedando el resto absorbido por las micelas coloidales, minerales arcillosos, sustancias húmicas, etc. Este elemento puede ser asimilado por las plantas mediante un proceso de intercambio iónico, con los siguientes iones.



El potasio contenido en los minerales del suelo no es aprovechable por las plantas directamente, sino que antes debe ser liberado por procesos de meteorización (intemperismo).

Existen algunos suelos que poseen la propiedad de fijar el potasio proveniente de los fertilizantes solubles, no pudiendo ser utilizado por la planta.

2.11.4. Calcio.

La aplicación de calcio a los suelos tiene como fin elevar el pH ácido a un pH neutro más favorable. Mejora también la estructura del suelo. El calcio es también un elemento vital para -

la nutrición vegetal.

En el metabolismo vegetal, influye en la economía acuosa de la planta. El calcio provoca una contracción del plasma, lo cual fomenta la transpiración y la reducción de la absorción de agua, el cual es un efecto contrario al del potasio, de aquí que la relación potasio/calcio es muy importante para el equilibrio acuoso de la planta.

Cuando hay un exceso de calcio se inhibe la asimilación de potasio y viceversa. Se sabe que la mayoría del calcio se encuentra en solución o bien formando compuestos poco estables con los coloides del plasma.

2.11.5. Magnesio.

Es un nutriente esencial de los vegetales, por ser un constituyente de la clorofila, protoclorofila, pectina y fitina, aunque la mayor parte se encuentra disuelto en el jugo celular.

Participa en la síntesis de carbohidratos, proteínas y lípidos; tiene efectos catalíticos en el sistema enzimático y en la síntesis de vitaminas.

El magnesio es absorbido en forma de catión divalente, el cual se puede suministrar en forma de sulfato, fosfato, carbonato u óxido. Igual que el calcio se puede fijar en muchos suelos en forma no intercambiable ($MgCO_3$). La absorción del magnesio por la planta puede realizarse mucho mejor mediante asperciones foliares que por aplicaciones en el suelo.

2.11.6. Azufre.

El azufre se encuentra en las plantas en forma de ésteres - sulfúricos, como en el agar-agar, procedente de algas rojas, también como componente estructural de algunos aminoácidos como: cistina y metionina; también en algunos productos vegetales secundarios como: aceite de ajo y de mostaza. Es constituyente también de proteínas y enzimas, interviene en los sistemas de oxidación y reducción de la respiración. Las plantas superiores pueden asimilar el azufre solo en la forma de ión sulfato SO_4^{--}

2.11.7. Elementos menores.

Los vegetales necesitan también para su nutrición una pequeña cantidad de ciertos elementos llamados elementos menores, -- que son en su mayoría metales pesados como: Boro, Hierro, Cobre, -- Magnesio, Zinc, Molibdeno, Cobalto, Vanadio, Wolfranio; los cuales actúan con una gran eficiencia, por lo que una mínima cantidad es suficiente para alcanzar efectos óptimos, y un ligero exceso puede tener efectos tóxicos.

2.11.7.1. Boro.

La presencia del boro en los vegetales es especialmente necesaria en donde se efectúa una activa división celular, tiene -- gran importancia en la germinación del polen, en la formación de -- los frutos, flores y raíces; en la absorción de cationes y en el -- transporte de sustancias dentro de la planta.

2.11.7.2. Hierro.

El hierro es constituyente esencial de varias enzimas co-

mo las de la respiración, citocromo-oxidasas, catalasa, dipeptidasa - sas, desempeñando un papel importante como catalizador en la planta. Su absorción se realiza en forma iónica divalente.

Cuando el fierro se suministra al suelo, es fijado por él - frecuentemente, antes de ser asimilado por la planta, por lo cual - es difícil combatir su deficiencia.

2.11.7.3. Manganeso.

Es un elemento imprescindible en la formación de la cloro - fila, en la reducción de nitratos, y en la respiración. Actúa como - catalizador de otros procesos metabólicos; participa también en la - síntesis proteica y en la formación del ácido ascórbico (vitamina - C); el manganeso es absorbido por las plantas solo en forma divalen - te. La aereación ácida del suelo, la baja aereación y la alta can - tidad de humus fomentan la reducción del manganeso a su forma diva - lente de fácil asimilación.

2.11.7.4 Cobre.

En las plantas es requerido para los procesos de oxidación y reducción, se encuentra en diversas proteínas que tienen carácter enzimático; oxidasas y reductasas.

2.11.7.5. Zinc.

La importancia de este elemento en el metabolismo vegetal se manifiesta en sus síntomas de deficiencia en diversos árboles -- frutales, los cuales sufren atrofia en los cloroplastos, acaparra - miento y enanismo.

2.11.7.6. Molibdeno.

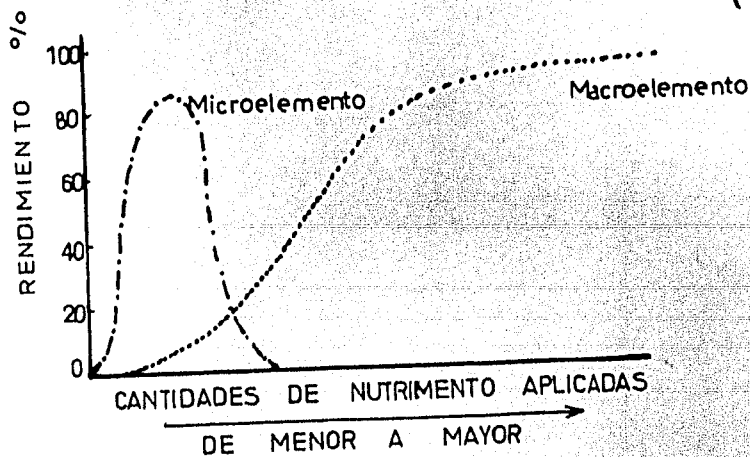
El molibdeno es requerido por la planta en dosis mínimas, tanto por los procesos de absorción de nitratos, como para la fijación de nitrógeno atmosférico por los nódulos radiculares de las leguminosas. El molibdeno es el elemento menor cuya presencia en cantidades mínimas basta para que las plantas se desarrollen normalmente.

2.11.7.7. Otros elementos.

Investigaciones recientes han demostrado que el cobalto - (componente de la vitamina B₁₂), además de ser vital para el hombre y para los animales, es también necesario en determinadas cantidades para el crecimiento normal de los vegetales.

CURVA DE RENDIMIENTO SEGUN MITSCHERLICH
DE UN MICRO Y UN MACROELEMENTO

(Simplificada)



RENDIMIENTO EN % DEL MAXIMO POSIBLE

3.- MATERIALES Y
EQUIPO.

- 3.1. Materiales.
 - 3.1.1. Cristalería en general.
 - 3.1.2. Equipo usual de laboratorio.
 - 3.1.3. Reactivos analíticos necesarios. (ver capítulo metodología).
- 3.2. Equipo.
 - 3.2.1. Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg. , marca Mettler Zurich.
 - 3.2.2. Potenciómetro marca Beckman, modelo H-2.
 - 3.2.3. Agitador mecánico o electromecánico. En este trabajo se empleó agitador magnético marca Thermolyne, tipo 1000.
 - 3.2.4. Estufa con rango de temperatura de 25°C a 150°C , capaz de mantener una temperatura constante, marca Kinet.
 - 3.2.5. Cajas de aluminio o recipientes con tapa para determinar humedad, pesafiltros; en este estudio se emplearon pesafiltros de un volumen de 15 ml.
 - 3.2.6. Desecador de 25 cm. de diámetro con deshidratante adecuado - con indicador de saturación, a base de cloruro de calcio.
 - 3.2.7. Mortero de porcelana o molino de cuchillas. En este trabajo se empleó mortero de porcelana de 250 ml.
 - 3.2.8. Balanza granataria con sensibilidad de 0.1 g., marca Ohaus , Triple Beam Balance 2610 g.
 - 3.2.9. Aparato de Kjeldahl de 12 unidades marca Labconco.
 - 3.2.10 Colorímetro marca Beckman modelo -C

4.- METODOLOGIA.

4.1. El método usado para la descomposición de la materia orgánica de desecho, se basa en la descomposición natural de este material, optimizando el manejo de algunos factores (naturales) que concurren en la degradación y transformación de ésta materia; con el objeto de acelerar los eventos del proceso.

Los factores son:

- a) Tamaño de las partículas.- El tamaño debe oscilar entre 0.5 a 5.0 cm. con objeto de dar una estructura esponjosa al bancal y facilitar la emisión de gases, aereación y movimiento de agua.
- b) Acumular o amontonar la materia orgánica, sobre cualquier superficie adecuada, mezclándola hasta homogeneizarla lo mejor posible; ésto hace que los microorganismos de la descomposición dispongan de todos los materiales nutritivos para efectuar su metabolismo.

En términos de trabajo llamaremos bancal a este amontonamiento y puede tener varias formas.

- c) Humedad.- Mantener un cierto grado de humedad constante a base de riegos, para facilitar el metabolismo y desplazamiento de la microflora y fauna en el material. El contenido de humedad varía de acuerdo al material orgánico, por lo que no hay una regla fija en este sentido.
- d) Aereación.- Para facilitar el desarrollo de microorganismos aeróbicos y microaerófilos, los cuales producen una descomposición rápida en relación con los anaeróbicos, se procede a hacer volteos con cierta frecuencia, dada también por el tipo de materia orgánica utilizada. (*) (**).

* Proceso Indose.

** Proceso Ecophon.

4.1.1. Procedimiento.

Preparación del bancal.- El bancal estuvo constituido por material heterogéneo que eran básicamente residuos de verduras, frutas diversas, colados de frutas, desperdicios de comidas; basuras de cocinas en donde había restos de carnes, huesos, papel, plástico, trapos de grasas; todo ello recolectado de mercados y cocinas particulares.

Ya reunido todo el material se colocó en una superficie plana al aire libre, se fraccionó en partículas de 2 cm. por lado aproximadamente, a fin de aumentar la superficie de contacto para facilitar la acción bacteriana, y se procedió a mezclarlo lo mejor posible.

El proceso de descomposición fué natural; la rapidez de esta descomposición se aumentó por la acción de tres factores que se controlaron a través de todo el proceso y fueron:

- a) El amontonamiento de los desechos o formación del bancal con lo que se consiguió aumentar la superficie de contacto en el material heterogéneo, y los microorganismos, para facilitar su metabolismo.
- b) Humedad.- Se adicionó agua en cantidades suficientes, al principio y durante el proceso, procurando que no fuera excesivo, para evitar condiciones anaeróbicas, pero manteniendo húmedo el material, comprobando ésto con el tacto.
- c) Aereación.- La aereación durante el proceso se hizo durante tres volteos que se hicieron: el primero al inicio, el segundo a la mitad y el tercero al final del proceso.

4.1.2. Muestreo.

Se tomó una muestra inicial inmediatamente después de formado el banco, posteriormente se tomaron muestras cada semana durante 19 semanas consecutivas, tomando de la parte superficial y de la parte profunda, se colocaron en diferentes frascos previamente esterilizados para su posterior análisis tanto químicos como microbiológicos.

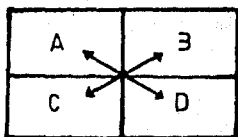
Se procuró que las muestras tomadas fueran del mismo lugar siempre, para que los resultados obtenidos, de las diferentes muestras, estuvieran correlacionados hasta donde fuera posible.

4.2. Preparación de la muestra.

--- (N)

El muestreo se hizo de la siguiente manera:

Se obtuvo una muestra representativa del lugar en estudio de 300 a 500 gramos aproximadamente, teniendo en cuenta que dicha muestra no debe ser almacenada por un período mayor de 96 horas; se depositó la muestra en una área de 50 X 50 cm. distribuyéndola en una capa; el material se mezcló y se dividió en 4 partes, se extrajeron aproximadamente de 100 a 200 gr. de las dos secciones opuestas desechando el resto: (fig. 1). Con la fracción extraída se separaron 2 partes: una para los análisis químicos y otra para los análisis físicos, guardándose en bolsas de polietileno selladas e identificadas.



Se extraen aproximadamente 100 a 200 gramos de las secciones A-D ó B-C.

Quando los análisis químicos no se efectuaron inmediatamente, las muestras se guardaron en bolsas de polietileno selladas previamente secado hasta obtener una humedad de $\pm 5\%$ a temperatura ambiente y en estufa a 60°C como máximo y molliéndose a continuación.

4.3. Determinación del valor de pH en desechos sólidos. --- (F)

Este método se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una solución acuosa de desechos sólidos al 10%, mediante un aparato indicador de pH, Potenciómetro.

El potenciómetro se calibró con soluciones amortiguadoras de pH - 4 y pH - 7 .

A continuación se colocaron 10 g. de muestra en un vaso de precipitados de 250 ml. y se añadieron 90 ml. de agua destilada hervida y cuyo pH fué de 6.7 a 7.0 , se mezcló perfectamente por medio de un agitador durante 10 min. y a temperatura ambiente. Se sumergieron los electrodos en la solución muestra y se hizo la medición del pH.

Antes de cada determinación, se lavaron los electrodos con agua destilada hervida.

El hacer una solución al 10% P/V , se debió al gran volumen de la muestra que podía ocasionar la ruptura de algún electrodo si se elevaba el porcentaje de la materia orgánica.

El agua se hirvió para expulsar el exceso de CO₂ que tiende a formar ácido carbónico, lo que podría falsear las lecturas.

4.4. Determinación de la humedad.

--- (K)

Este método se basa en la determinación de la pérdida de peso que sufre la muestra cuando se somete a cierto nivel de temperatura durante un tiempo determinado, considerando que dicha pérdida se debe a la eliminación del agua.

4.4.1. Método.

Se colocó un recipiente con su tapa (3.2.5.) en la estufa a 120°C durante 2 horas. Transcurrido este tiempo, se tapó la caja dentro de la estufa (3.2.4.) utilizando pinzas, se tuvo cuidado de no tocarla con las manos. Se enfrió en el desecador (3.2.6) y se pesó (3.2.1.). Se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas no se obtenga una diferencia mayor de 0.1%.

Se agregó un volumen de muestra equivalente al 50% aproximadamente del volumen total de la caja o recipiente. Se pesó el recipiente tapado con la muestra, y se anotó el peso, se colocó el recipiente destapado dentro de la estufa a 60°C. Se dejó aproximadamente 1 hora y se sacó el recipiente tapado y se dejó enfriar en el desecador, se pesó. Se repitió la operación hasta obtener peso constante.

Los cálculos se hicieron de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{G - G_1}{G} \times 100.$$

donde; G - Peso de la muestra húmeda, en gramos.

G₁ - Peso de la muestra seca, en gramos.

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

4.4.2. Método de la balanza de rayos infrarrojos.

Se tomo otra porción de la misma muestra utilizada para la determinación anterior aunque para mayor facilidad, debe reducirse el tamaño del material.

Se hicieron coincidir ambas escalas de la balanza de rayos infrarrojos a cero, empleando el boton de calibración. Se colocó el volúmen de muestra, determinado por el tipo de capacidad de la balanza que se empleó. El tiempo de exposición de la muestra para lograr el peso constante, así como la distancia entre la muestra y la lámpara de rayos infrarrojos se determinó efectuando ensayos previos que dieron a conocer dichos parámetros, se consideró que la temperatura máxima permisible era de 105°C.

En este método, se recomienda emplear intensidades lumínicas bajas con el propósito de evitar la incineración de la muestra.

Nota: Se considera peso constante cuando en un período de 5 min. el índice de la escala permanece constante o estático.

4.5. Determinación de la densidad aparente. --- (L)

Se basa en la determinación del peso de un volumen dado de muestra de acuerdo con las condiciones que se indican en esta norma.

Se pesó el recipiente vacío con capacidad aproximada de -- 15 ml., se llenó hasta el borde de dicho recipiente con el material en estudio. Se dejó caer el recipiente unas 5 veces desde una altura de 5 cm. Se llenó nuevamente hasta el nivel del volumen conocido y se pesó.

Los cálculos se hicieron con la siguiente fórmula:

$$D_a = \frac{P_b - P_a}{V}$$

Donde: D_a - Densidad aparente en gramos por 1 ml.

P_b - peso del recipiente con muestra en gramos.

V - Volumen del recipiente en ml.

Los valores tomados en esta prueba fueron en gramos por -- 1 ml. y se multiplicaron por 1000 para obtener la densidad en -- Kilogramos por litro.

4.6. Determinación del contenido de materia orgánica oxidable.

--- (M)

La determinación de materia orgánica oxidable en desechos sólidos tiene como fundamento la oxidación de la materia orgánica con el ácido crómico obtenido al combinar dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado, calentado a 150°C , el ácido crómico reducido es medido por titulación con solución de sulfato ferroso, previamente valorado, hasta un color verde esmeralda. (Schollenberger - 1927).

4.6.1. Los reactivos se prepararon de acuerdo al método, como sigue:

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser reactivos analíticos o menos que se indique otra cosa. Cuando se trata de agua se entenderá agua destilada.

4.6.1.1 Ácido sulfúrico concentrado, (H_2SO_4 al 98%).

4.6.1.2 Solución de sulfato ferroso, ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5N).

Se pesaron 140 g. de sulfato ferroso y se disolvieron en agua, se añadieron 40 ml. de ácido sulfúrico concentrado y se dejó enfriar, se transfirió a un matraz volumétrico de 1 litro y se aforó con agua.

4.6.1.3 Solución de dicromato de potasio, ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1.0 N).

Se pesaron 49.04 g. de dicromato de potasio y se transfirieron a un matraz volumétrico de 1 litro y se aforó con agua.

4.6.1.4 Solución indicadores de Difenilamina.

Se pesaron 1.09 g. de difenilamina y se disolvieron en --

100 ml. de ácido sulfúrico concentrado.

La difenilamina es un indicador colorimétrico de óxido-reducción. Este es capaz de detectar un cambio rápido en el potencial de oxidación de las soluciones. Este cambio de color ocurre a un potencial de oxidación específico. --- (F)

4.6.1.5 Ácido fosfórico concentrado, (H_3PO_4 al 95%).

4.6.2. Procedimiento.

La muestra se obtuvo como se indica en el muestreo de desechos sólidos (4.1.2) y se secó en estufa a $60^{\circ}C$ durante 1 hora hasta peso constante. Se pasó por un tamiz del número 10 (2 mm.) para homogeneizar el material.

Se pesó 1 g. de la muestra en balanza analítica y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 300 ml. Se añadieron 20 ml. de ácido sulfúrico y posteriormente se añadieron 10 ml. de dicromato de potasio utilizando una bureta. Se agitó vigorosamente durante 1 minuto y se dejó reposar por media hora.

Se agregaron 100 ml. de agua y 10 ml. de ácido fosfórico al 95% y 5 gotas de solución indicadora de difenilamina.

Se tituló con la solución de sulfato ferroso hasta el viraje de violeta oscuro a verde. Se anotó el volumen de sulfato ferroso gastado.

Simultáneamente se siguió, con un blanco, todo el procedimiento descrito para obtener el factor de corrección.

Los cálculos se efectuaron de la siguiente manera:

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

$$\text{M.O.} = \frac{0.69 \times 5 \left(\frac{10 \text{ ml. K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{ml. FeSO}_4 \text{ blanco}} \right) \left(\frac{\text{ml. FeSO}_4 \text{ prlbl.}}{2} \right)}{0.1 \text{ (peso de la muestra)}}$$

El factor 0.69 se obtiene como sigue:

$$0.69 = 0.003 \times \frac{1.72}{0.74} \times 100$$

Donde:

- 0.003 - Miliequivalente del carbono.
- 1.72 - Factor experimental dado por Jackson para convertir % de carbono en % de materia orgánica.
- 0.74 - Factor empírico de recuperación de la materia orgánica obtenido mediante ajustes al comparar este método con el de combustión seca.

4.7. Determinación de Nitrógeno total.

Metodo de Kjeldahl modificado. --- (F)

Este método incluye la determinación de los compuestos orgánicos y del amoníaco y sus sales; no se incluyeron los nitratos ya que frecuentemente constituyen una parte despreciable con respecto al nitrógeno total. (Jackson).

La base de este método es digerir la materia orgánica hasta su destrucción y retener el nitrógeno como $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, utilizando ácido sulfúrico y una mezcla catalizadora. A continuación separar de su sal al amoníaco por medio de NaOH concentrado y destilándolo-recibirla en una solución débilmente ácida y a continuación titularla con una solución valorada de un ácido: (HCl. o H_2SO_4).

4.7.1. Reactivos utilizados;

4.7.1.1. Solución valorada de ácido clorhídrico 0.1N (HCl.).

4.7.1.2. Acido sulfúrico concentrado.

4.7.1.3. Sulfato de sodio como catalizador. Na_2SO_4 .

El propósito de éste es aumentar la temperatura de ebullición de la digestión sulfúrica. El Na_2SO_4 se puede sustituir por K_2SO_4 .

Se emplea también sulfato de cobre ya sea en solución 1.0N se usan 5.0 ml; o en cristales. Puede usarse también -- una mezcla en polvo de una parte de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ con 20 partes de Na_2SO_4 . agregando de 10 a 14 gramos de esta mezcla al matríz de digestión.

4.7.1.4. Solución de hidróxido de sodio al 40%.

Se disuelve la sosa en parte del agua y se deja reposar - para que sedimenten las impurezas, como los cristales de Na_2CO_3 , el líquido sobrenadante claro se pasa a otro matraz mediante un sifón y se ajusta la solución a un volumen calculado con más agua destilada.

4.7.1.5 Solución indicadora.

Generalmente se emplea una mezcla de verde de bromo cresol 0.5% y rojo de metilo 0.1%. Se prepara disolviendo 0.5g de verde de bromo cresol y 0.1 g. de rojo de metilo en -- 100 ml. de etanol al 95% y ajustando la solución a un color púrpura azulado a un pH de 4.5 ó menos y es verde azulado a un pH mayor, hasta 4.9 inclusive.

4.7.1.6 Solución de ácido bórico al 4%.

Aproximadamente 40 g. de ácido bórico H_3BO_3 se disuelven en 1 litro de agua destilada, conteniendo 5 ml. del indicador. Esta solución patrón se ajusta por titulación con HCl o H_2SO_4 diluido hasta color azulado del indicador a rosa pálido.

4.7.2. Procedimiento.

Se pesaron 5.0 g. de material en una envoltura de papel de preferencia blanco, anotando identificación con lápiz. Este paquete se colocó en un matraz de digestión Kjeldahl de 800 ml., se agregaron 30 ml. de H_2SO_4 procurando que resbalara por las paredes del -- matraz. Se agregó a cada muestra la mezcla catalizadora, aproximadamente 12 a 13 granos.

Se colocó el matra en el digestor de Kjeldahl, se conectó el aparato con flama baja unos 10 min., después se subió la flama y se agito cada 10 min., manteniendo la digestión durante 3 horas, se dejó enfriar a temperatura normal y se colocó en una base adecuada para agregar: 400 ml. de agua, perlas de vidrio para controlar la ebullicion, un poco de parafina, 125 ml. de hidróxido de sodio al 40% y un poco de granalla de zinc.

Antes de agregar la granalla y la sosa, se prendieron los mecheros y se conectaron los refrigerantes con los matraces que recibirían el destilado, procurando que las salidas de los refrigerantes quedaran abajo del nivel de la solución del ácido bórico para impedir que el amoníaco escapara a la atmósfera.

Se procedió a conectar los matraces de digestión a los refrigerantes y se destilaron hasta que el volúmen del contenido de los matraces Erlenmeyer fuera de 300 ml.. Luego de parar la digestión se procedió a titular con la solución de HCl 0.1N hasta obtener un vire de color verde a violeta.

El destilado se tituló con HCl hasta un vire a color violeta (el punto final es cuando el color azul desaparece y una gota 0.02 - 0.05 ml. en exceso torna la solución rosa violácea.

Nota.- Antes de colocar los matraces en destilación , se debe tomar en cuenta que los mecheros estén bien prendidos, que no haya fuga en los matraces y que esté abierta la llave de enfriamiento de agua del sistema de destilación.

4.7.3. Cálculos. La fórmula aplicada fué:

$$\% N_2 \text{ total} = \frac{\text{ml. de ac. gastado} \times N \text{ HCl} \times 0.014}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

4.8. Determinación de potasio.

--- (F)

4.8.1. Fundamento.

El método de precipitación del cobaltinitrito se prefiere - por ser rápido, económico y adaptable a semimicrotécnicas, y principalmente porque aprovecha la baja solubilidad del precipitado en agua, ya que el cobaltinitrito de sodio y de potasio son más insolubles en agua que otros precipitados de potasio.

El cobaltinitrito de potasio ha sido empleado para concentraciones del potasio de soluciones de tal composición que la determinación directa de potasio no sería factible.

El nitrito reacciona con el ión cobalto para formar un complejo cobáltico $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{\ominus}$. La oxidación de Co^{2+} a Co^{3+} va acompañada de la reducción de un ión nitrito. El sodio es comúnmente usado como el catión de este complejo y como reactivo para precipitación del potasio; también han sido empleados la plata y el zinc.

La precipitación del potasio en presencia de grandes excesos de sales de sodio no es una desventaja para el método.

4.8.2. Reactivos utilizados.

4.8.2.1. Solución calibrada de potasio.

Se disolvieron 0.0753 g. de cloruro de potasio (KCl) A.P. - en 1 litro de solución extractora. Esta solución contiene 40 ppm. de K.

4.8.2.2 Solución de cobaltinitrito de sodio.

En un frasco volumétrico de 250 ml. se disolvieron 6.25 g. de nitrito de cobalto $\text{Co}(\text{NO}_2)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y 75 g. de nitrito de sodio NaNO_2 en 175 ml. de agua destilada, se agregaron 5 ml.

de ácido acético glacial de 99.5% de pureza y se mezcló muy lentamente para evitar pérdidas debido al desprendimiento violento de gas. Se cubrió el frasco volumétrico con un vidrio de reloj y se dejó reposar por 16 horas, con el fin de que se desprendiera todo el óxido nítrico formado. Posteriormente se aforó a 250 ml. con agua destilada, se mezcló perfectamente y se filtró. Este reactivo puede conservarse durante 1 mes si se guarda en frasco ámbar de tapón esmerilado y en refrigeración.

4.8.2.3 Alcohol isopropílico Q.P. 37% de pureza.

4.8.2.4 Aldehído fórmico Q.P. 37% de pureza.

Nota: Estos reactivos deberán protegerse de contaminación por vapores amoniacales.

4.8.3. Procedimiento.

Se colocaron 2.0 ml. del extracto en un tubo de fondo plano de 65 X 19 mm. Se agregaron 6 gotas de aldehído fórmico, se agitó y se dejó reposar por 5 minutos. En seguida se agregó 1.0 ml. de solución de cobaltinitrito de sodio y se agitó bien, se agregaron con mucho cuidado 2.0 ml. de alcohol isopropílico, procurando que éste se deslizara por las paredes del tubo y formara una capa sobre la superficie de la solución. Después de haber agregado el alcohol isopropílico a todos los tubos que contenían el extracto, así como a los que tenían las diluciones de la solución calibrada de potasio, se agitó el contenido de cada tubo por 30 segundos, mediante un movimiento giratorio recíproco entre ambas manos.

Después de 25 minutos se hizo la comparación de la turbiedad de cada tubo que contiene el extracto con las de las diferentes diluciones de la solución calibrada de potasio que se prepararon simultáneamente y en forma semejante, empleando para todo el bloque-comparador y comparándose la turbiedad mediante observaciones hechas a lo largo del eje del tubo.

Preparación del extracto: Se pesaron 10 g. de cada muestra y se colocaron en matraces de 250 ml. Se agregaron a cada muestra 0.3 g. de carbón vegetal activado; 10.1 g. de sulfato de bario. Posteriormente se agregaron 50 ml. de solución extractora. Se agitaron las muestras durante 1 hora y finalmente se filtraron sobre papel filtro Whatman # 40, recibiendo el filtrado en un frasco limpio.

Nota: La temperatura del medio ambiente deberá ser entre 21° y 29°C siendo 25°C la óptima para esta prueba. Si la temperatura sobrepasa a los 29°C dará resultados falsos.

Nota: Actualmente se puede encontrar en el mercado el cobaltinitrito trisódico C. P. y en este caso se recomienda preparar la cantidad necesaria para las determinaciones a realizar durante 3 ó 4 días, guardándose el reactivo en el refrigerador y en frasco ámbar. En caso de usar el cobaltinitrito de sodio para la preparación de la solución, se deben pesar 8.0 g. que se colocan en el matraz, se agregan 0.5 ml. de ácido acético y se agregan unos 10 ml. de agua, se deja enfriar a temperatura ambiente, ya frío se sfora a 25 ml.

Las siguientes diluciones de la solución calibrada de potasio son de empleo conveniente para las comparaciones turbidimétricas de los extractos.

ml. sol. calibrada	ml. sol. extractora	p. p. m. de potasio	Kg/Ha de K p.p.m. X 14
0.00	2.00	0.00	0.0
0.25	1.75	5.00	70.0
0.50	1.50	10.00	140.0
0.75	1.25	15.00	210.0
1.00	1.00	20.00	280.0
1.25	0.75	25.00	350.0
1.50	0.50	30.00	420.0

4.9. Determinación de fósforo.

--- (F)

4.9.1. Principios básicos. Los complejos heterófilos son formados por coordinación de iones molibdato con iones fósforo como átomo central, el oxígeno del radical molibdato será sustituido por el PO_4 :



Otros iones actúan como átomos centrales para formar los 12 enlaces ácidos heterófilos con molibdato son: As , Si , Ge , y bajo ciertas condiciones Bo , Mo . Los complejos heterófilos antes de la reducción, dan un color amarillo a sus soluciones acuosas. Con alta concentración de fósforo se forma un precipitado amarillo. En soluciones con concentración baja es conveniente la determinación por reducción para formar el color azul.

La reacción azul del molibdato es producida cuando el molibdato o su complejo heterófilo es parcialmente reducido. Algunas iones molibdato son reducidos de valencia 6 a una valencia menor, probablemente 3 y/o 5, involucrando electrones no apareados, de los cuales la resonancia magnética puede ser medida. Las curvas de absorción electromagnética para el color azul del molibdeno en presencia o ausencia de los complejos heterófilos de fósforo muestran longitudes de onda para la absorción de luz características: 660 nm. y 830 nm , expresadas como fuente de extinción E como:

$$E = \log. (t \text{ blanc.} / t \text{ muestra})$$

t blanco - % de transmitancia del blanco.

t muestra - % de transmitancia de la muestra.

4.9.2. Reactivos utilizados.

4.9.2.1 Solución calibrada de fósforo KH_2PO_4

Se disolvieron 0.0439 g. de fosfato monopotásico Q. P. en 1 litro de solución extractora. Esta solución contiene 10 ppm de fósforo.

4.9.2.2 Solución de molibdato de amonio. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$

En un matraz volumétrico de 1 litro se disolvieron 15 g. de molibdato de amonio en 300 ml. de agua destilada, se agregó lentamente y con agitación continua 500 ml. de ác. clorhídrico conc. de peso específico 1.18; se dejó enfriar la mezcla hasta temperatura ambiente y se aforó a 1 litro. Se mezcló perfectamente y se guardó en un frasco ámbar de tapón esmerilado. Este reactivo deberá prepararse cada 3 meses.

4.9.2.3 Solución de oxalato estanoso.

Se disolvieron 0.5 g. de oxalato estanoso en 100 ml. de ácido clorhídrico diluido (1 parte de ácido clorhídrico con 9 partes de agua destilada), se filtró a través de papel filtro Whatman # 40, recibiendo el filtrado en un embudo de separación, esta solución se cubrió con una capa de 1.5 cm. de parafina. Este reactivo deberá prepararse cada mes.

4.9.2.4 Solución extractora.

Se disolvieron 100 g. de acetato de sodio en 30 ml. de ácido acético y se aforó a 1000 ml. con agua destilada.

4.9.3 Procedimiento.

Preparación de los extractos para la determinación de fósforo.

Se pesaron 10 gramos de cada muestra y se colocaron en matracas de 250 ml. Se agregaron a cada muestra 0.5 gramos de carbón activado, 10 g de sulfato de bario. Posteriormente se agregaron 50 ml. de solución extractora. Se agitaron las muestras durante 1 hora y finalmente se filtraron sobre papel filtro Whatman # 40, recibiéndose el filtrado en un frasco limpio.

Se colocaron 4.0 ml. de filtrado (de extracto), en un tubo de fondo plano de 65 X 19 mm., se agregó rápidamente 1.0 ml. de molibdato de amonio, procurando que éste se deslizará por las paredes del tubo y se mezcló bien inmediatamente después de terminada la adición del reactivo.

Después de adicionar el reactivo de molibdato de amonio a todos los tubos con problema y/o dilución de la solución calibrada de fósforo, se agregaron 3 gotas de solución de oxalato estenosos a cada uno, agitando inmediatamente después y en forma vigorosa.

Se comparó la intensidad de color azul obtenido en los problemas con la de las diluciones de la solución calibrada. Se leyó después de 5 minutos con el filtro rojo a 640 en fotocolorímetro -- Klett Summerson.

Nota importante:

Es de gran importancia que la adición de molibdato de amonio se lleve a cabo en la forma indicada, ya que si no se agite vigorosamente después de haber agregado el reactivo habrá errores en los resultados, debido a la formación de complejos silicomolibdicos.

Se pesaron 10 gramos de cada muestra y se colocaron en matraces de 250 ml. Se agregaron a cada muestra 0.5 gramos de carbón activado, 10 miligramos de sulfato de bario. Posteriormente se agregaron 50 ml. de solución extractora. Se agitaron las muestras durante 1 hora y finalmente se filtraron sobre papel filtro Whatman # 40, recibiendo el filtrado en un frasco limpio.

Se colocaron 4.0 ml. de filtrado (de extracto), en un tubo de fondo plano de 65 X 19 mm., se agregó rápidamente 1.0 ml. de molibdato de amonio, procurando que éste se deslizara por las paredes del tubo y se mezcló bien inmediatamente después de terminada la adición del reactivo.

Después de adicionar el reactivo de molibdato de amonio a todos los tubos con problema y/o dilución de la solución calibrada de fósforo, se agregaron 3 gotas de solución de oxalato estenosico a cada uno, agitando inmediatamente después y en forma vigorosa.

Se comparó la intensidad de color azul obtenido en los problemas con la de las diluciones de la solución calibrada. Se leyó después de 5 minutos con el filtro rojo a 640 en fotocolorímetro -- Klett Summerson.

Nota importante:

Es de gran importancia que la adición de molibdato de amonio se lleve a cabo en la forma indicada, ya que si no se agita vigorosamente después de haber agregado el reactivo habrá errores en los resultados, debido a la formación de complejos silicomolibdicos.

Las siguientes diluciones de la solución calibrada de fósforo son de empleo conveniente para las comparaciones colorimétricas con los extractos de suelo.

ml. sol. calibrada	ml. sol. extractora	p. p. m. de fósforo	Kg/Ha de P. p.p.m. KCl_4
0.00	4.00	0.00	0.00
0.20	3.80	0.50	7.00
0.40	3.60	1.00	14.00
0.50	3.20	2.00	28.00
1.60	2.40	4.00	56.00
2.40	1.60	6.00	84.00
3.20	0.80	8.00	112.00
4.00	0.00	10.00	140.00

Los valores de Kg/Ha solo son correctos para el caso de emplearse una relación 1:5 de composta y solución extractora.

Nota: En caso de que no se disponga de un colorímetro puede construirse una curva de calibración mediante el empleo de las diluciones antes mencionadas y posteriormente determinarse los problemas empleando para ello el filtro 640 rojo.

Tanto las comparaciones visuales como las lecturas en el colorímetro se deben llevar a cabo en un tiempo no mayor de 10 min. después de la adición del oxalato estánico, debido a que después de ese tiempo disminuye la intensidad de color, obteniéndose por lo tanto valores falsos.

5.- RESULTADOS.

VARIACION DEL VALOR DE Ph CON
RESPECTO AL TIEMPO

SEM	M	P h		SEM	M	P h		SEM	M	P h		SEM	M	P h	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	5.20	4.90	6	VI	8.97	6.60	11	XI	9.25	7.05	16	XVI	9.43	8.00
2	II	4.90	6.95	7	VII	9.30	8.00	12	XII	9.20	8.10	17	XVII	9.73	9.15
3	III	6.80	7.25	8	VIII	8.90	8.02	13	XIII	9.25	8.30	18	XVIII	9.65	9.50
4	IV	8.60	5.59	9	IX	9.50	8.70	14	XIV	9.30	8.32	19	XIX	9.65	9.00
5	V	9.33	5.50	10	X	9.10	7.60	15	XV	8.75	8.75				

SEM Semana

M Muestra

S " superficial tomada a 2 cm.

P " profunda tomada a 15-20 cm.

TABLA 3.2

VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
EN % CON RESPECTO AL TIEMPO

SEM	M	% HUMEDAD		SEM	M	% HUMEDAD		SEM	M	% HUMEDAD		SEM	M	% HUMEDAD	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	85.16	85.95	6	VI	66.51	81.92	11	XI	60.50	76.17	16	XVI	50.92	62.49
2	II	86.80	87.10	7	VII	53.20	82.85	12	XII	40.79	77.90	17	XVII	21.38	64.45
3	III	50.30	82.90	8	VIII	52.51	80.78	13	XIII	46.11	69.53	18	XVIII	8.94	32.05
4	IV	68.38	91.48	9	IX	40.28	85.43	14	XIV	44.34	63.37	19	XIX	16.35	68.46
5	V	64.23	89.01	10	X	20.30	80.40	15	XV	61.87	70.97				

SEM. Semana

M Muestra

S " superficial tomada a 2 cm.

P " profunda tomada a 15 - 20 cm.

VARIACION DE LA DENSIDAD APARENTE
CON RESPECTO AL TIEMPO.

SEM	M	$\int = \text{Kg/L}$		SEM	M	$\int = \text{Kg/L}$		SEM	M	$\int = \text{Kg/L}$		SEM	M	$\int = \text{Kg/L}$	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	0.369	0.320	6	VI	0.367	0.407	11	XI	0.415	0.395	16	XVI	0.533	0.493
2	II	0.541	0.421	7	VII	0.339	0.369	12	XII	0.404	0.409	17	XVII	0.529	0.513
3	III	0.323	0.370	8	VIII	0.471	0.438	13	XIII	0.349	0.413	18	XVIII	0.480	0.540
4	IV	0.335	0.430	9	IX	0.438	0.293	14	XIV	0.660	0.469	19	XIX	0.555	0.489
5	V	0.358	0.457	10	X	0.371	0.335	15	XV	0.528	0.431				

SEM Semana
M Muestra
S " superficial tomada a 2 cm.
P " profunda tomada a 15 - 20 cm.

TABLA 5.4

VARIACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN % CON RESPECTO AL TIEMPO

SEM	M	% M. O.		SEM	M	% M. O.		SEM	M	% M. O.		SEM	M	% M. O.	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	33.26	32.52	6	VI	34.23	24.73	11	XI	21.92	27.49	16	XVI	24.04	25.11
2	II	32.36	33.63	7	VII	27.51	18.19	12	XII	23.41	16.19	17	XVII	23.54	26.16
3	III	31.79	35.81	8	VIII	22.84	26.87	13	XIII	29.15	26.70	18	XVIII	23.90	27.40
4	IV	36.75	37.45	9	IX	24.16	29.39	14	XIV	27.38	24.30	19	XIX	28.53	29.64
5	V	35.45	31.80	10	X	29.10	29.16	15	XV	25.47	26.92				

SEM Semana

M Muestra

S " superficial tomada a 2 cm.

P " profunda tomada a 15 - 20 cm

VARIACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO
EN % CON RESPECTO AL TIEMPO

SEM	M	% N _t		SEM	M	% N _t		SEM	M	% N _t		SEM	M	% N _t	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	1.17	3.76	6	VI	7.06	9.44	11	XI	6.84	8.68	16	XVI		6.36
2	II	2.87	0.65	7	VII	8.78	9.25	12	XII	9.06	7.27	17	XVII	5.06	4.09
3	III	3.98	3.34	8	VIII	8.55	9.54	13	XIII	8.13	4.53	18	XVIII	4.88	0.71
4	IV	4.08	3.19	9	IX	7.82	5.09	14	XIV	4.84	5.94	19	XIX	0.40	0.48
5	V	4.76	4.62	10	X	7.14	6.25	15	XV	7.54	4.63				

SEM Semana
M Muestra

S " superficial tomada a 2 cm.

P " profunda tomada a 15 - 20 cm

VARIACION DE LA RELACION

CARBONO / NITROGENO

SEM	M	REL. C/N		SEM	M	REL. C/N		SEM	M	REL. C/N		SEM	M	REL. C/N	
		S	P			S	P			S	P			S	P
1	I	16.45	5.02	6	VI	2.81	3.23	11	XI	1.86	1.84	16	XVI		2.29
2	II	6.55	29.92	7	VII	1.82	1.19	12	XII	1.50	1.29	17	XVII	2.70	3.71
3	III	4.64	6.23	8	VIII	1.35	1.58	13	XIII	2.08	3.58	18	XVIII	2.84	22.54
4	IV	5.22	6.81	9	IX	1.79	3.35	14	XIV	3.28	2.37	19	XIX	41.68	35.52
5	V	4.33	3.99	10	X	2.36	2.69	15	XV	1.96	3.38				

SEM Semana

M Muestra

S " superficial tomada a 2 cm.

P " profunda tomada a 15 - 20 cm.

- 08 -

VARIACION DEL CONTENIDO DE
FOSFORO EN ppm Y POTASIO EN ppm
CON RESPECTO AL TIEMPO.

SEM	M	P ppm	
		S	P
2	II	6	8
9	IX	8	8
19	XIX	24	40

SEM	M	K ppm	
		S	P
2	II	450	500
9	IX	500	400
19	XIX	500	600

SEM Semana
M Muestra
S " superficial tomada a 2 cm.
P " profunda tomada a 15 - 20 cm.

- 81 -

CAMBIOS AMBIENTALES OCURRIDOS DURANTE EL TIEMPO DE

TABLA 3.3

COMPOSTEO

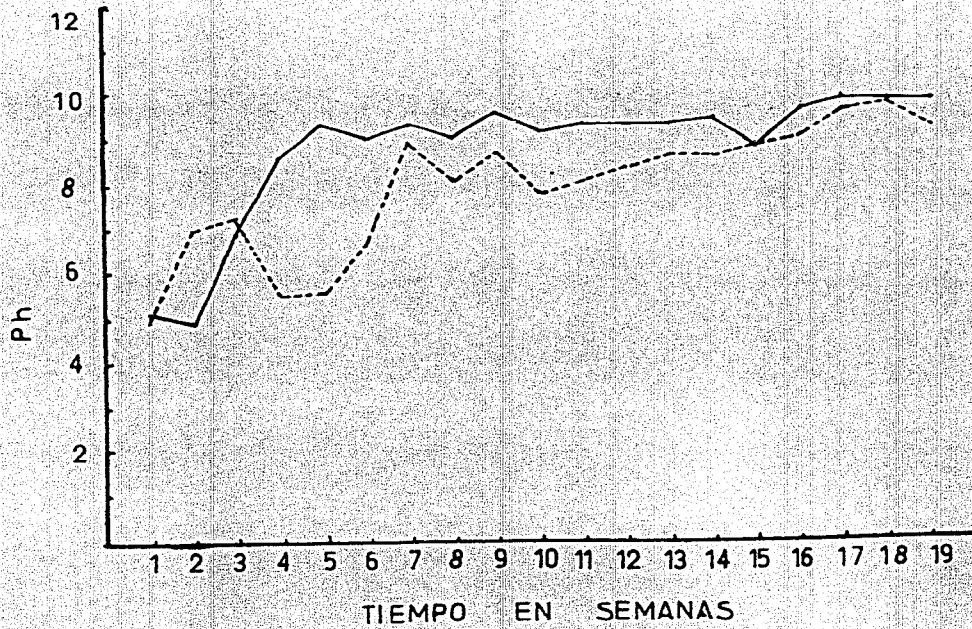
Mes	Muestra y Dia	TEMPERATURA media °C	TEMPERATURA mínima °C	TEMPERATURA máxima °C	Pp pluvial mm	Dias despejados	Dias nublados	Vientos dominantes	Dias con heladas	Dias con granizo
OCT. 75	° I 19 II 28	13.7	4.0	28.5	36.6	1	4	N	0	0
NOV. 75	III 4 IV 10 V 17 VI 24	15.1	0.0	26.5	0.0	13	0	N	5	0
DIC. 75	VII 2 VIII 9 IX 16 X 28	13.0	-0.5	25.5	0.0	23	0	SE	8	0
ENE 76	XI 4 XII 11 XIII 18 XIV 26	12.7	0.0	26.5	inapreciable	17	4	N	9	0
FEB 76	XV 2 XVI 9 XVII 16 XVIII 24	13.3	-3.0	27.5	11.6	20	2	N	11	0
MAR 76	XIX 2 ° ° °	17.7	3.0	30.5	9.4	26	1	E	0	0

Datos obtenidos de la Dirección General de Geografía

y Meteorología. Oficina de Climatología.

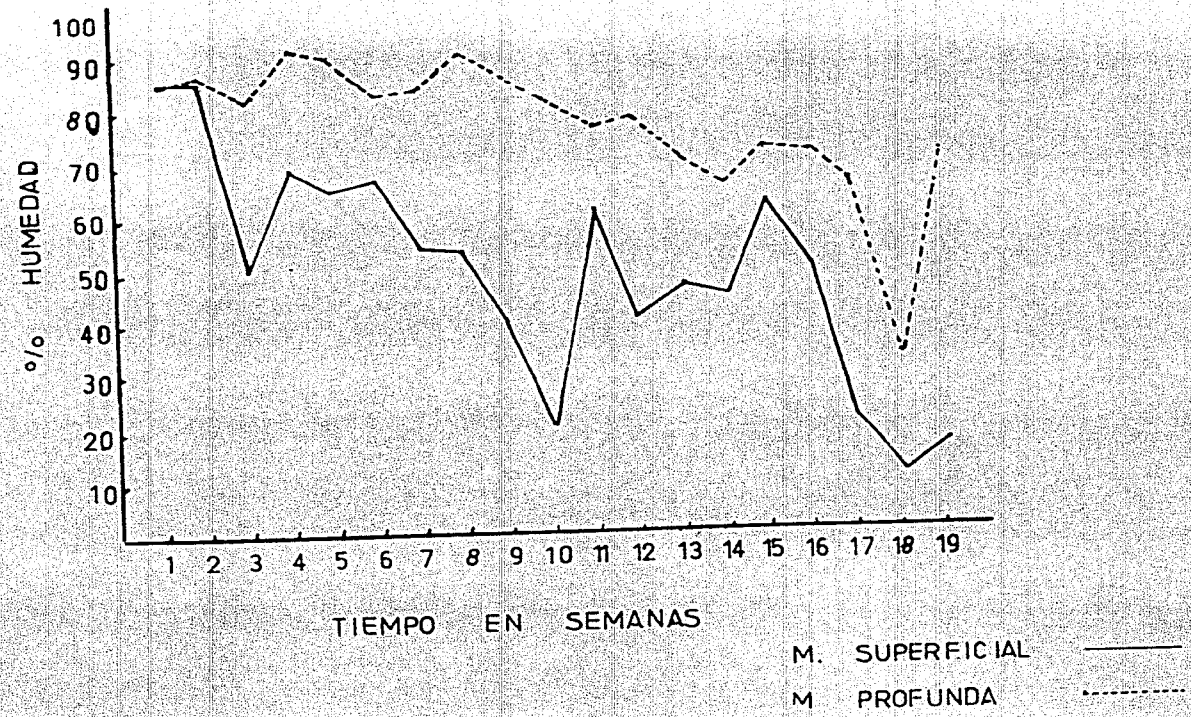
--- (B)

VARIACION DEL VALOR DE Ph

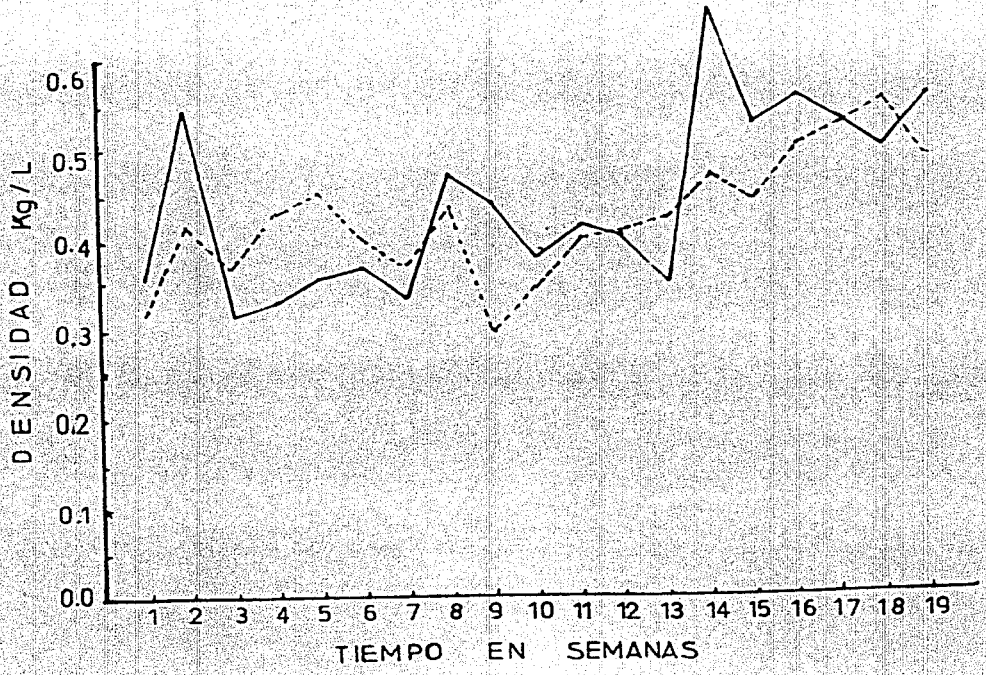


M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN %



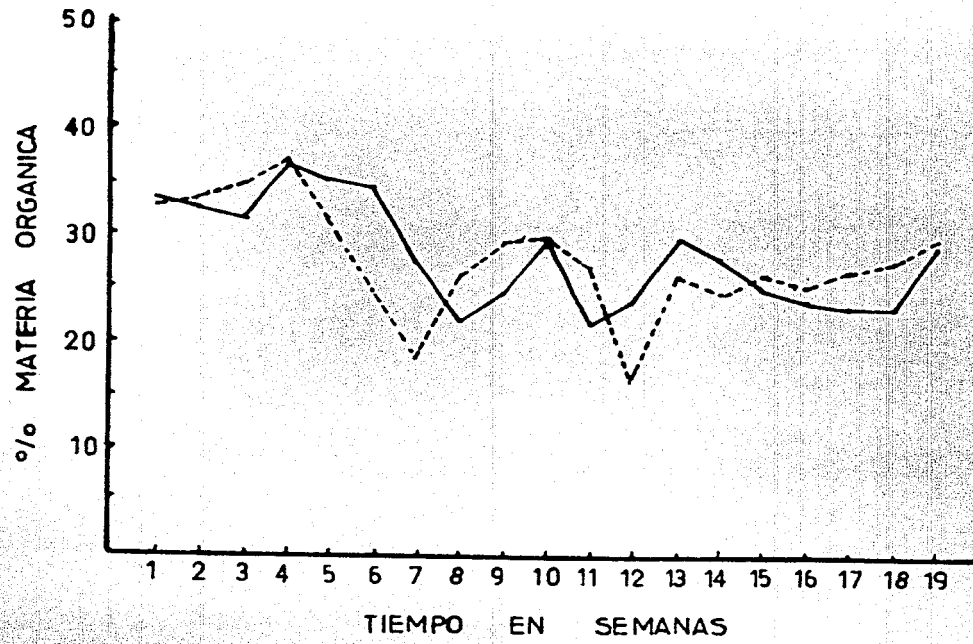
VARIACION DE LA DENSIDAD APARENTE



M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

- 05 -

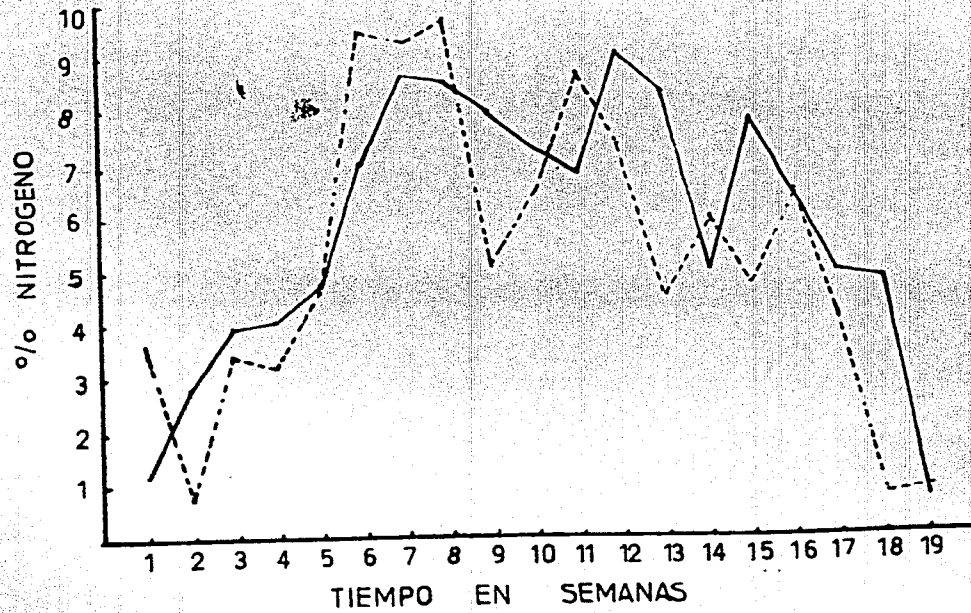
VARIACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN %



M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

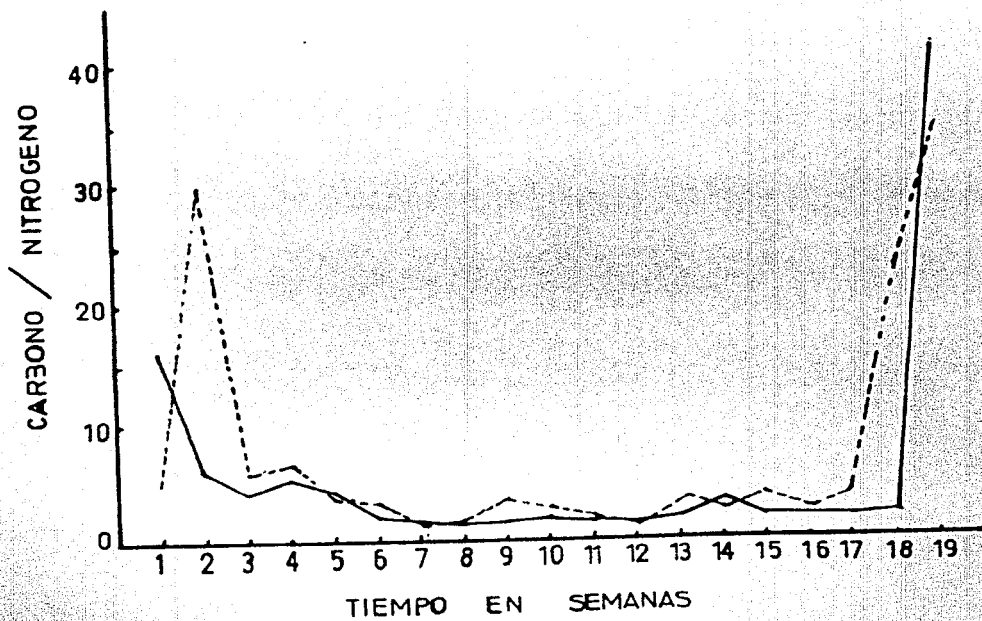
- 98 -

VARIACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO EN %



M SUPERFICIAL —————
 M PROFUNDA - - - - -

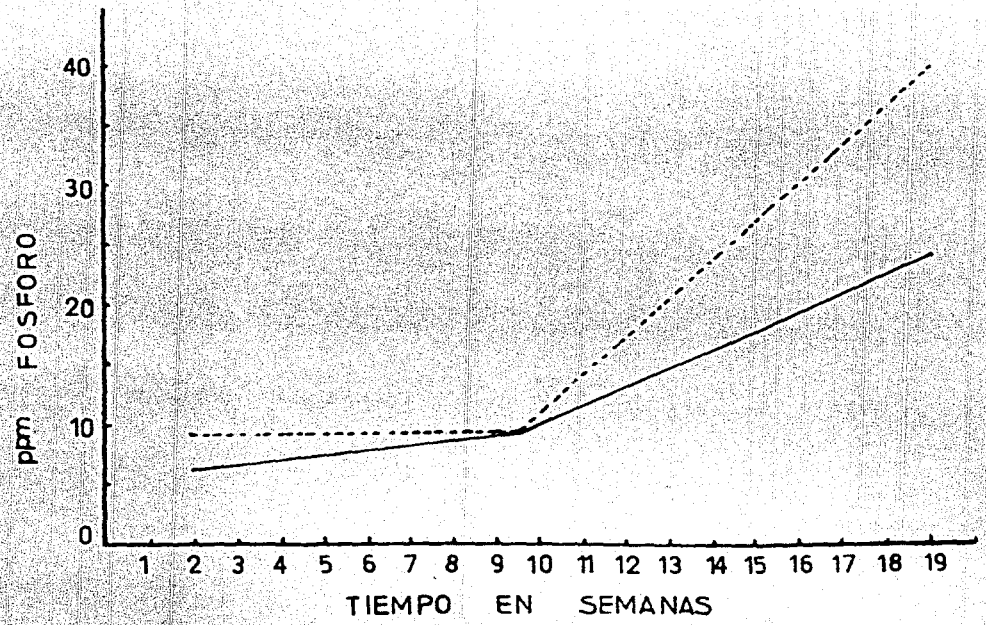
VARIACION DE LA RELACION CARBONO / NITROGENO



M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

- 88 -

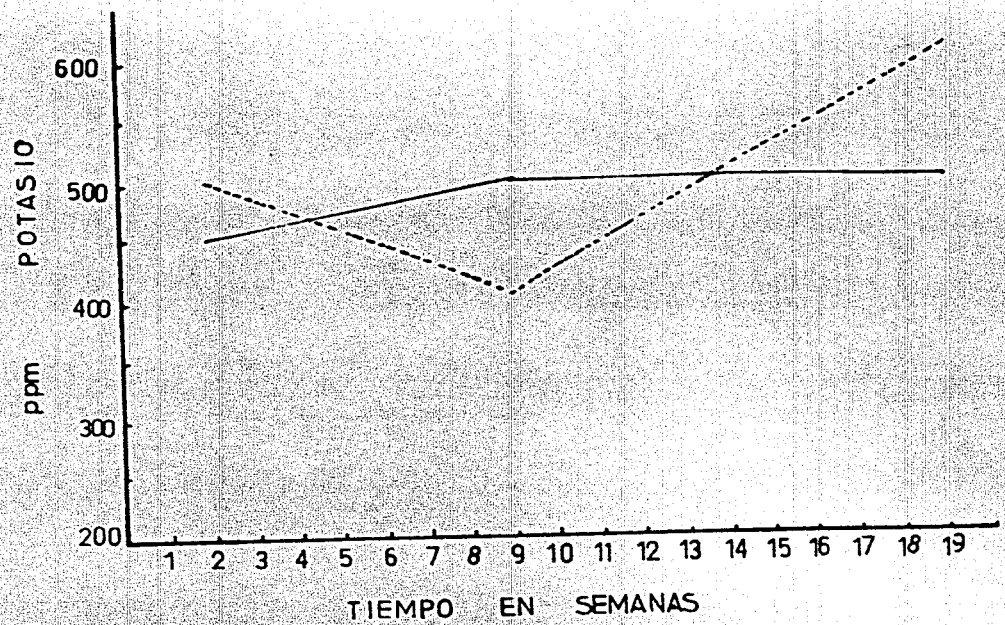
VARIACION DEL CONTENIDO DE FOSFORO EN ppm



M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

- 68 -

VARIACION DEL CONTENIDO DE POTASIO EN ppm



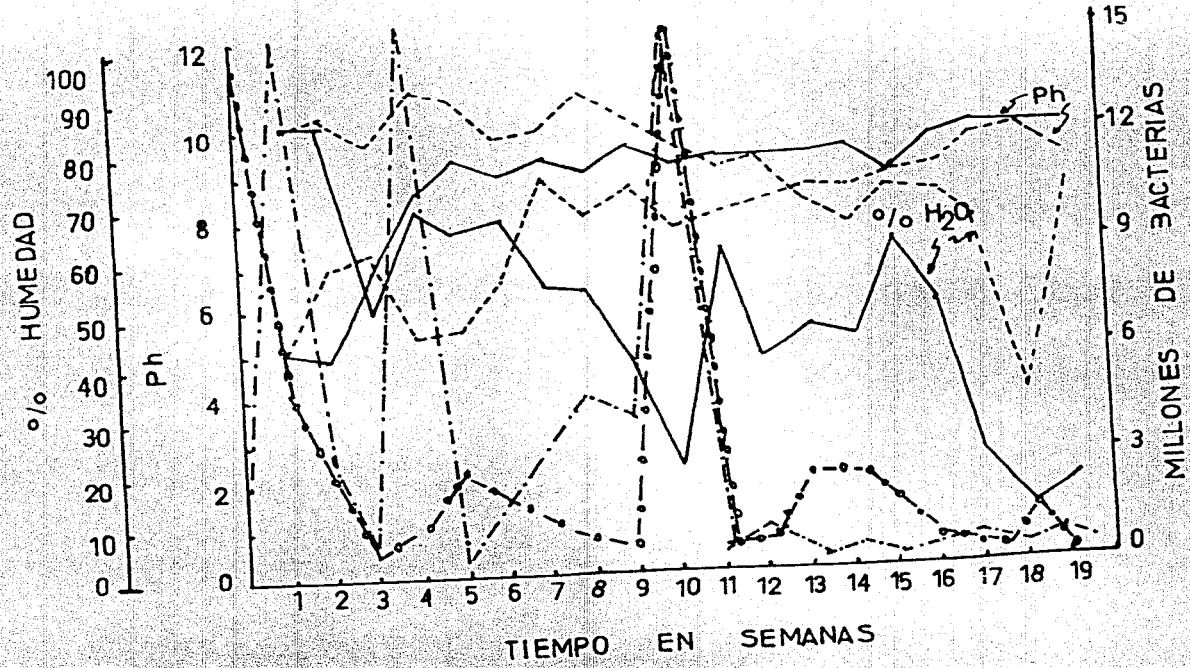
M SUPERFICIAL ———
M PROFUNDA - - - - -

06

Las siguientes gráficas muestran la correlación entre las - características físicas y químicas estudiadas en este trabajo y -- las variaciones de los diferentes grupos de microorganismos estu-- diados en el mismo material en otro trabajo de tesis - (D)

El correlacionar dichos datos, fué con el fin de observar- la influencia que ejercen los cambios físicos y químicos sobre el crecimiento de la población bacteriana, durante el proceso de des- composición.

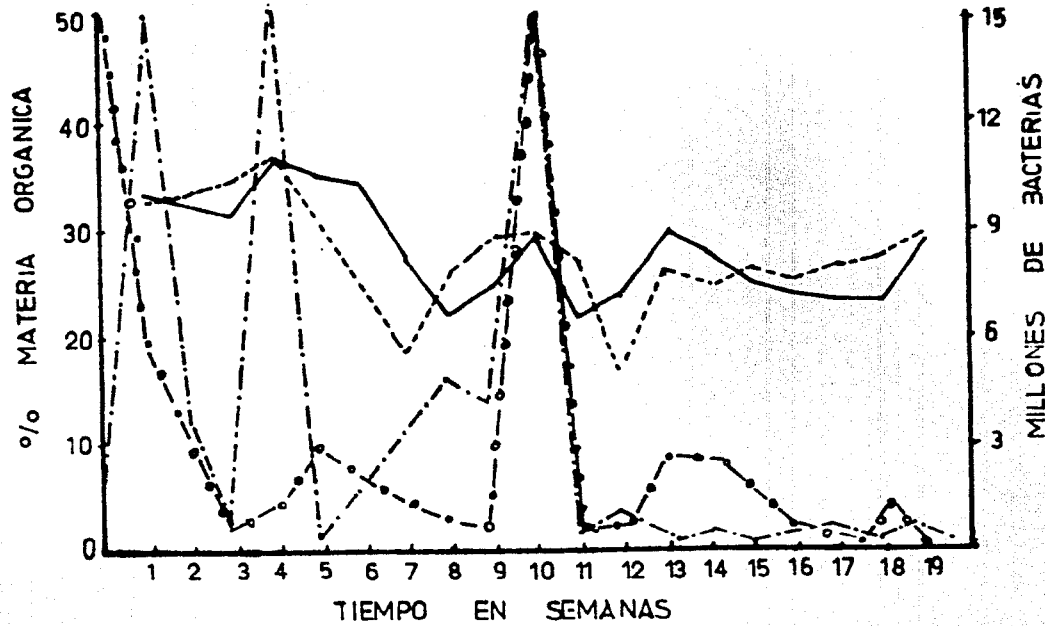
CORRELACION ENTRE LA VARIACION DE LA POBLACION BACTERIANA
Y LA VARIACION DE Ph Y % DE HUMEDAD



- 92 -

M SUPERFICIAL ——— Bacterias
M PROFUNDA - - - - - Bacterias

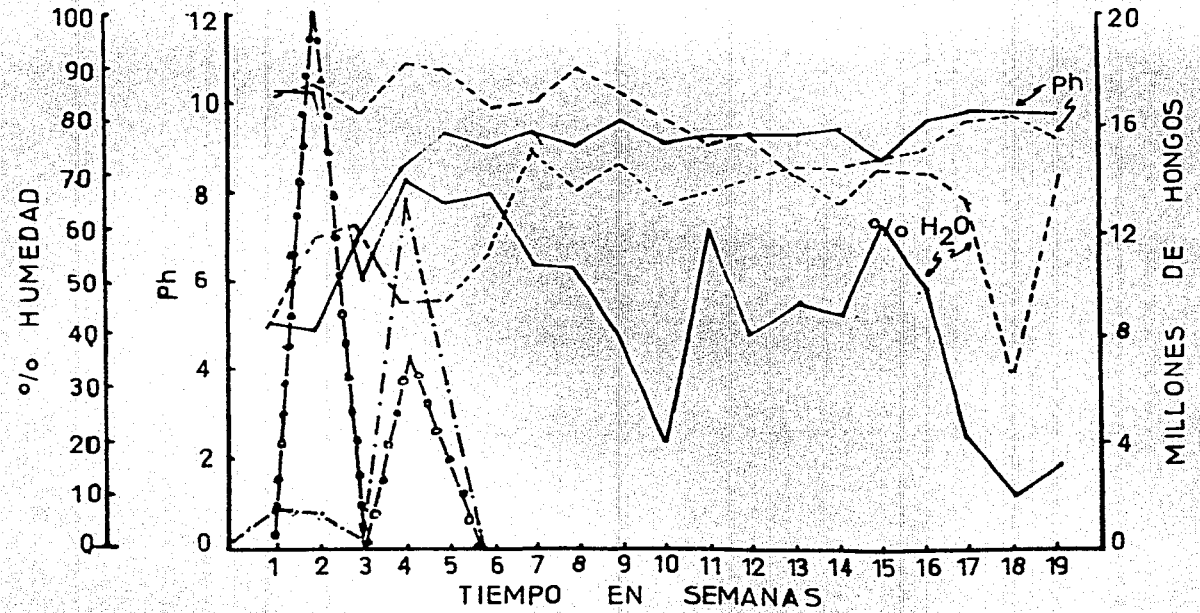
CORRELACION ENTRE LA VARIACION DE LA POBLACION BACTERIANA Y LA VARIACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA



M SUPERFICIAL ——— Bacterias
M PROFUNDA —●—●—●—

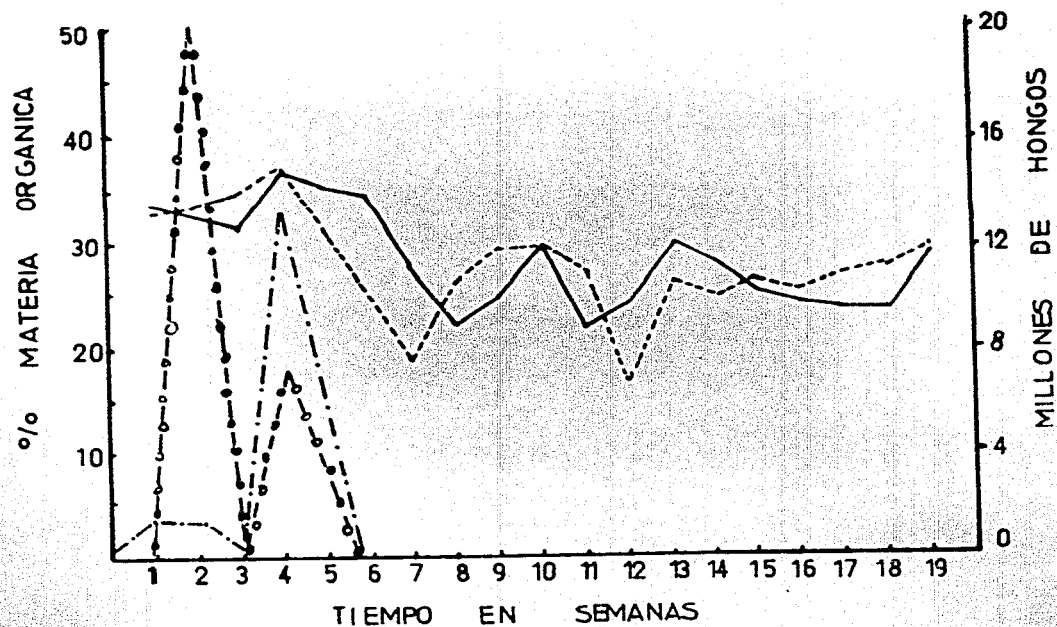
93

CORRELACION ENTRE LA VARIACION DEL NUMERO DE HONGOS
Y LA VARIACION DE Ph Y %HUMEDAD



M SUPERFICIAL ————— Hongos
M PROFUNDA - - - - - ● - - - - -

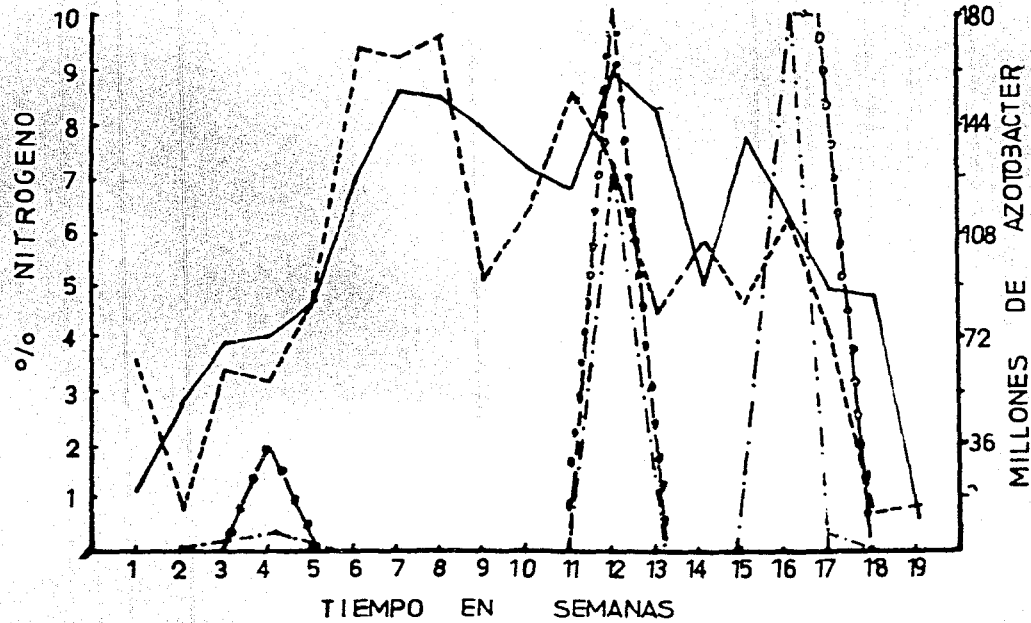
CORRELACION ENTRE LA VARIACION DEL NUMERO DE HONGOS
Y LA VARIACION DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA



M SUPERFICIAL ———— ●———
M PROFUNDA - - - - - ○ - - - - -

Hongos

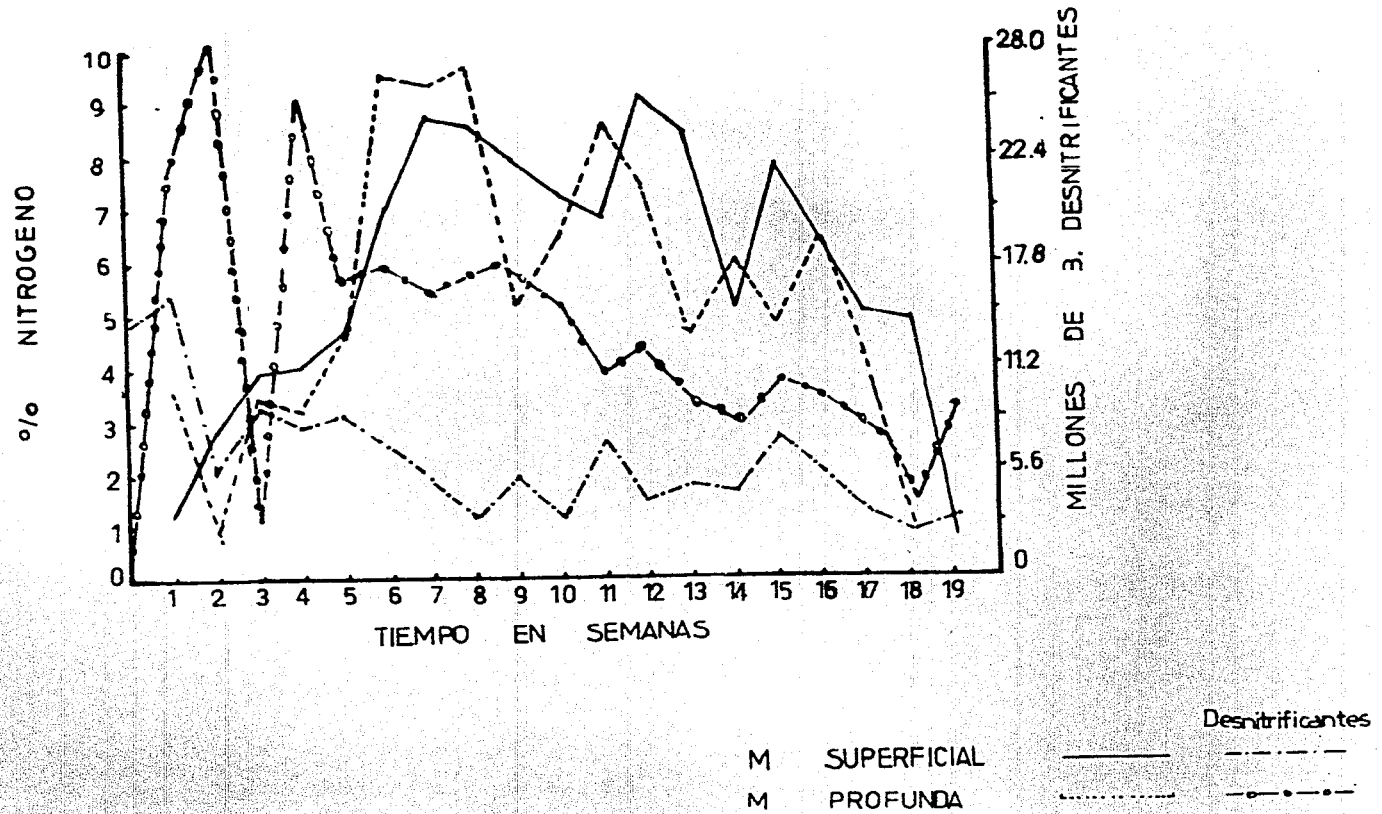
CORRELACION ENTRE LA VARIACION DEL NUMERO DE AZOTOBACTER
Y LA VARIACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO



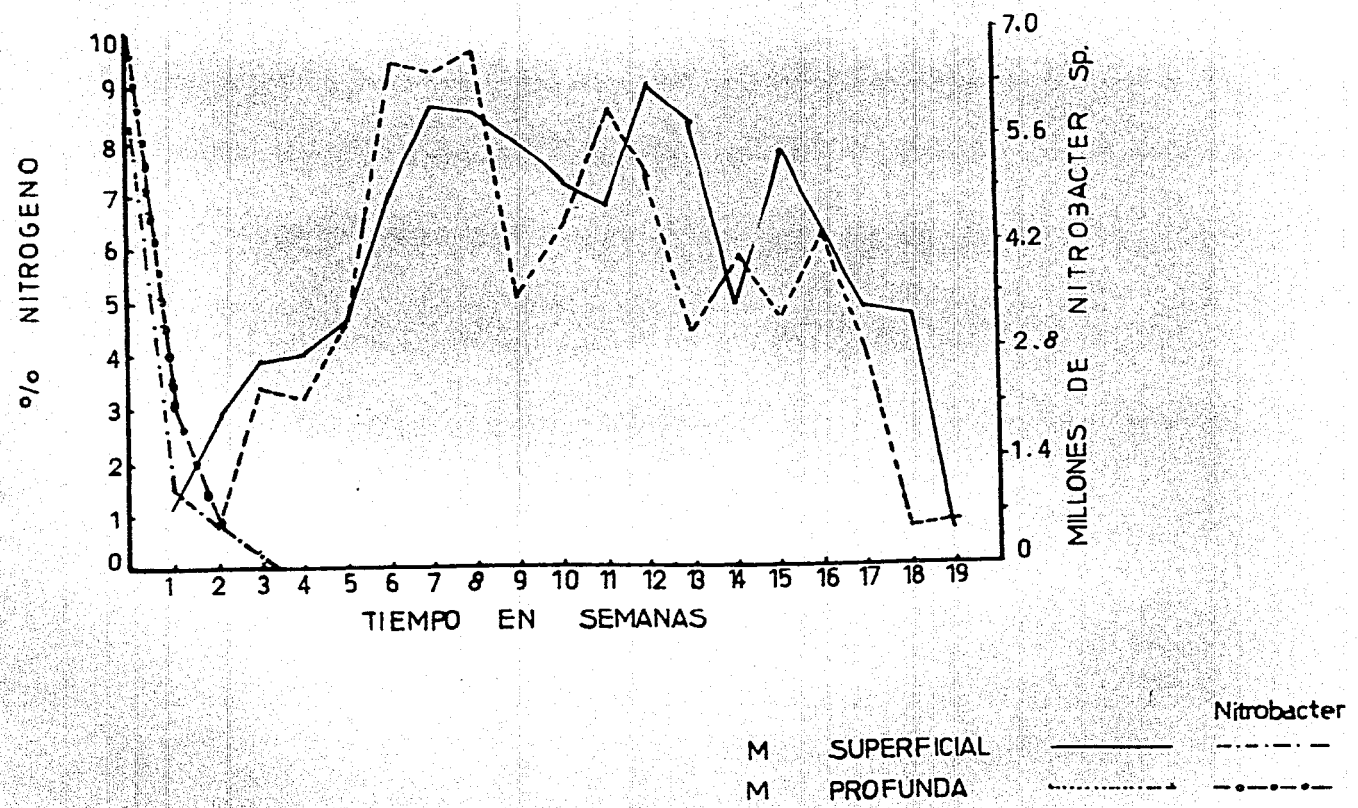
- 96 -

M SUPERFICIAL ——— Azotobacter
M PROFUNDA - - - - - ● - - - - -

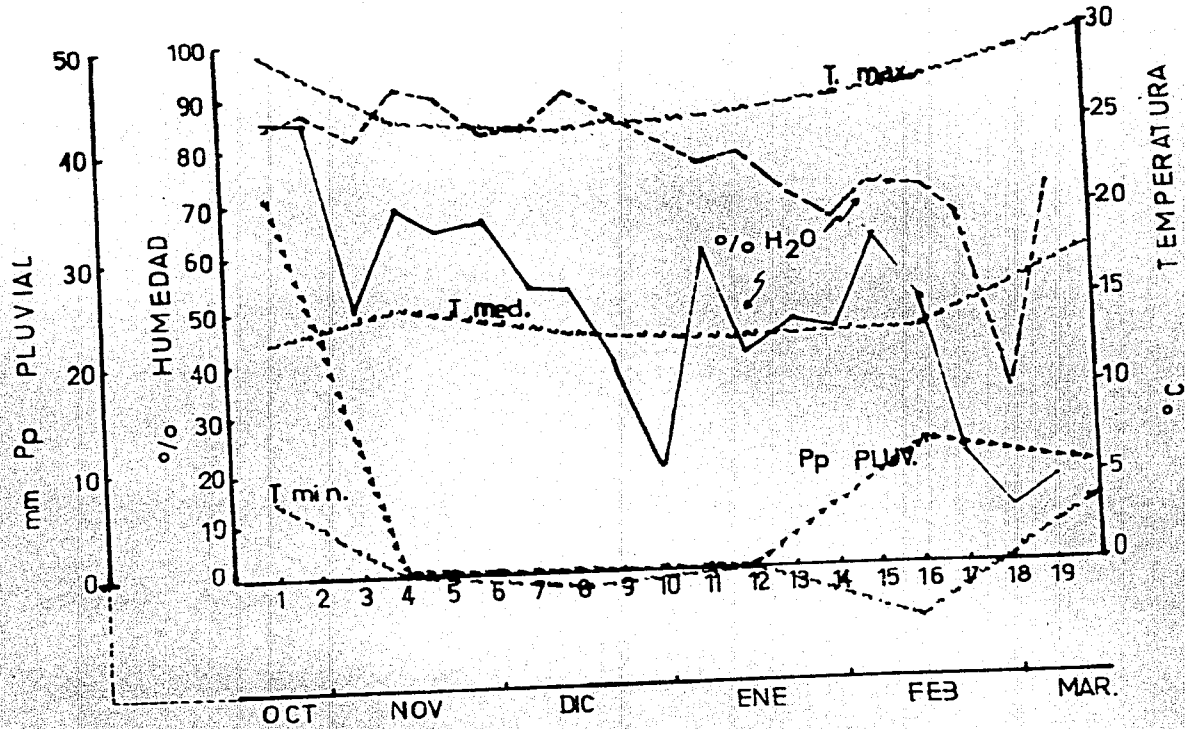
CORRELACION ENTRE LA VARIACION DE LAS BACTERIAS DESNITRIFICANTES
Y LA VARIACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO



CORRELACION ENTRE LA VARIACION DE NITROBACTER Sp.
Y LA VARIACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO



CAMBIOS AMBIENTALES OCURRIDOS DURANTE EL TIEMPO DE COMPOSTEO



——— % HUMEDAD
 - - - - °C TEMPERATURA
 ······ mm Pp PLUVIAL

6.- DISCUSSION.

Durante el proceso de descomposición de los desechos sólidos se hicieron muestreos a intervalos regulares con el fin de obtener material para efectuar diversos análisis físicos y químicos y obtener resultados que nos indicaran las variaciones de estas características.

Al observar los resultados encontramos lo siguiente:

pH.-

El valor del pH, en la primera muestra, de ácido rápidamente se elevó hasta la neutralidad y continuó ascendiendo pasando de ligeramente alcalino a alcalino, hasta fuertemente alcalino con un valor de pH - 9.7 .(Ver tabla 5.1. y curva 5.1).

Humedad.-

Al inicio hay un fuerte porcentaje debido tal vez al alto contenido natural de humedad en los tejidos vegetales frescos que abundan en los desechos con los que se formó el bancal. Durante la fermentación se observó una disminución en la humedad, ésto se debió a que al desintegrarse los tejidos vegetales, la retención de humedad tiende a disminuir, además de la evaporación que se produce normalmente. (Tabla 5.2 y curva 5.2).

Densidad.-

La densidad, como se esperaba, fué en aumento, puesto que la desintegración de los tejidos vegetales provoca que el material se haga más denso y compacto. (Tabla 5.3 y curva 5.3).

Materia orgánica.-

La materia orgánica va disminuyendo, ya que hay pérdidas al sufrir la descomposición microbiana y por escurrimiento durante los

riegos, (Tabla 5.4 y curva 5.4).

Nitrógeno.-

Los valores de nitrógeno total aumentaron tal vez por la --
acción de los microorganismos fijadores de nitrógeno y debido proba-
blemente a la desintegración de la materia orgánica, lo que concen-
traría a este elemento por unidad de peso. (Tabla 5.5 y curva 5.5)

Relación C/N .-.

La relación carbono/nitrógeno muestra variaciones muy am --
plias debidas a la disminución de materia orgánica (mineralización)
durante la mayor parte del proceso y posteriormente esta relación -
aumenta debido a una brusca disminución de nitrógeno. (Tabla 5.6
y curva 5.6).

Sobre este aspecto sugerimos hacer estudios más profundos y
con diferentes tipos de materia orgánica, dentro del ciclo del ni-
trógeno, para poder deducir las causas que provocan estos cambios -
durante el proceso de composteo.

Fósforo y potasio.-

Estos dos elementos: fósforo y potasio intercambiables van
aumentando aparentemente durante el proceso, pero ese aumento puede
deberse a varias causas como: disminución del volumen del material,
o sea al aumento de la densidad, y a la liberación de los tejidos -
vegetales al descomponerse. (Tablas 5.7. y 5.8; Gráficas 5.7.
y 5.8.).

En las siguientes gráficas se muestran ya los datos tomados
de la tesis citada anteriormente, los cuales corresponden a: pobla-
ción microbiana total, población de hongos, Nitrobacter, Denitrifi

cantes, Azotobacter .

En términos generales vemos que en la población microbiana - hay una tendencia a disminuir en el transcurso del proceso con fluctuaciones amplias debido posiblemente a cambios en el contenido de humedad, pH y materia orgánica, observándose una mayor relación entre ésta última y la población microbiana. (curvas 5.9 y 5.10).

Las gráficas 5.11 y 5.12 muestran que la población de hongos disminuye totalmente en poco tiempo y parece estar en relación con las variaciones del pH que va de ácido a alcalino.

Las bacterias del género Azotobacter aparecieron cuando las condiciones del proceso en general tienden a estabilizarse, apareciéndose además una relación con el pH alcalino. Se observa en la gráfica número 5.13 que hay cierta correlación entre la baja de nitrógeno total y el crecimiento de dicha población.

Contrariamente, las bacterias desnitrificantes disminuyen con el transcurso del proceso, aparentemente no hay relación entre ellos y la cantidad de nitrógeno total. (Curva 5.14).

Por otra parte se esperaría que al aumentar la cantidad de nitrógeno total, debería haber mayor cantidad de Azotobacter, sin embargo su población disminuye rápidamente en las primeras semanas, posiblemente exista influencia de temperatura y antagonismo por parte de otros microorganismos. (Curva 5.15).

Sería interesante estudiar estos cambios con más precisión, tomando en cuenta otras formas de nitrógeno como: los nitratos, nitritos y amonio, para tratar de encontrar relaciones que arrojaran más luz en el ciclo del nitrógeno, durante la descomposición de la materia orgánica.

De acuerdo a la gráfica 5.17, se observa que durante todo el proceso, la precipitación pluvial fué baja (tiempo de secas), en casi todo el proceso. La temperatura tuvo variaciones entre -0.5° C y 30.5° C, con temperaturas medias de 12° a 15° C y aparentemente no hay relación entre estos dos parámetros y el proceso de transformación.

Aparentemente hay relación entre la humedad del medio ambiente y la del bancal, pues al disminuir la primera, disminuye la segunda, siendo ésto lógico, porque se aumenta la evaporación.

7.- CONCLUSIONES.

De acuerdo a lo anterior, se obtuvieron algunos resultados - que fueron lógicos como son: los valores obtenidos en pH, materia orgánica, contenido de humedad; en otros casos como el del nitrógeno no hay aparentes discrepancias entre sus variaciones y los microorganismos estudiados, es necesario estudiar los niveles de amonio, - nitritos y nitratos y además pueden estar actuando otros factores - que desconocemos. En este y otros aspectos señalados en la discusión, sería muy conveniente efectuar estudios más circunscritos y más profundos para conocer mejor a que pueden deberse estas aparentes anomalías.

Se sugiere también que se trabaje con otros tipos de materiales orgánicos de desperdicio, para conocer también si hay variaciones en la descomposición tanto en los aspectos químicos y físicos, como en los microbiológicos, o si en términos generales presentan el mismo esquema que obtuvimos con este trabajo.

8.- BIBLIOGRAFIA

A.- Acero, R.F.; Bernard, D.; Martínez, P.

Primera Reunión Nacional sobre Problemas de Contaminación Ambiental.

Subsecretaría del Mejoramiento Ambiental

Secretaría de Salubridad y Asistencia.

B.- Anónimo.

Dirección General de Geografía y Meteorología.

Oficina de Climatología.

Av. Observatorio 192, Tacubaya Z.P. 18 1975-1976 (Mex).

C.- Anónimo.

Laboratorio de Suelos de Extensión Agrícola.

Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Participantes: S.S.A., C.T.S.M.A., I.N.I.F.,

Viveros de Coyacacán (Mex).

D.- Carillo, R; Flores, C; Resendiz, B.

Estudio Microbiológico de la Descomposición de Residuos sólidos orgánicos de origen Doméstico.

Tesis Fac. de Química UNAM 1977 (Mex).

E.- Hesse, P. R.

A Text Book of Soil Chemical Analysis

Chem. Publishing Co. Inc. 1972 (E.U.A.).

- F.- Jackson, E.
Soil Chemical Analysis
2a ed. Prentice Hall Inc. 1960 (E.U.A.).
- G.- Kellogg, Ch.
Soil Conservation Service.
Depto. de Agricultura. (E.U.A.).
- H.- Soto, S. J.
Información personal.
Jefe del Laboratorio de Suelos.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1979 (MEX)
- I.- Tietz, N.
Química Clínica Moderna.
Ed. Interamericana 1972 (E.U.A.).
- J.- Waksman, S. A.
Soil Microbiology. John Wiley & Sons. New York 1958 (E.U.A.).
- METODOLOGIA.
- K.- Anónimo.
Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana.
Determinación de Humedad en Desechos Sólidos.
DGN-AA-16- 1975 (MEX.).

L.- Anónimo.

Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana.

Determinación de la Densidad Aparente en Desechos Sólidos.

DGN-AA-19- Secretaría de Industria y Comercio. 1975 (MEX.).

M.- Anónimo.

Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana.

Determinación de Materia Orgánica Oxidable en Desechos Sólidos.

DGN-AA-21- 1975 (MEX.).

N.- Anónimo.

Manual de Operaciones de Laboratorio.

Planta Industrializadora de Desechos Sólidos "San Juan de Aragón".

Depto del D. F. (No indica año) (MEX).