

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

ESTUDIO DE LOS EFECTOS QUÍMICOS Y
FÍSICOS DE LA COMPOSTA DE DESECHOS
URBANOS EN EL SUELO DE LA FES-C.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A N :

MARIA EUGENIA DIAZ SANCHEZ

ROBERTO GERARDO ROSALES MONTES DE OCA

DIRECTOR DE TESIS:

M. C. CARLOS ORLANDO DE LA TEJA ANGELES



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.	PAGINAS.
RESUMEN.	(i)
INTRODUCCION.	(ii)
OBJETIVO.	(iii)
I. REVISION DE LITERATURA.	1
1.1. LA MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS	1
1.1.1. COMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA	1
1.1.2. RELACION C/N.	1
1.1.3. TRANSFORMACION DE LA MATERIA ORGA- NICA EN EL SUELO	2
1.1.4. ASPECTOS QUIMICOS Y FISICOS QUE -- CONFIERE LA MATERIA ORGANICA A LOS SUELOS.	7
1.1.5. TIPOS DE ABONOS ORGANICOS INCORPO- RADOS A LOS SUELOS AGRICOLAS.	8
1.2. COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS.	9
1.2.1. DEFINICION.	9
1.2.2. ANTECEDENTES.	9
1.3. ELABORACION DE COMPOSTA A PARTIR DE DESE- CHOS URBANOS.	11
1.3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPOSTEO.	13
1.3.2. ENRIQUESIMIENTO DE LA COMPOSTA -- CON FERTILIZANTE QUIMICO.	17
1.3.3. EVALUACION DE LA COMPOSTA DESPUES DE SU ELABORACION.	18

	PAGINAS.
1.4. ANALISIS QUIMICO Y FISICO DE LA COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS DE ALGUNAS PLANTAS - PROCESADORAS DEL PAIS.	19
1.5. EFECTO DE LA COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS EN LOS SUELOS DE USO AGRICOLA.	22
II. MATERIALES Y METODOS.	28
2.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE - ESTUDIO.	28
2.1.1. Localización.	28
2.1.2. Clima.	28
2.1.3. Orografía.	29
2.1.4. Hidrología.	29
2.1.5. Geología.	29
2.1.6. Edafología.	29
2.2. MUESTREO.	30
2.2.1. Preparación de las muestras.	30
2.3. ANALISIS FISICOS	33
2.3.1. Textura.	33
2.3.2. Densidad aparente.	33
2.3.3. Densidad real.	33
2.3.4. Porosidad del suelo.	33
2.3.5. Contenido de humedad del suelo.	34
2.4. ANALISIS QUIMICOS.	34
2.4.1. pH	34
2.4.2. Capacidad de Intercambio cati <u>o</u>	

	PAGINAS.
nico total. (C.I.C.T.)	34
2.4.3. Materia orgánica y carbono.	35
2.4.4. Humus.	35
2.4.5. Nitrógeno total.	35
2.4.6. Nitrógeno aprovechable (Amonio y nitratos).	35
2.4.7. Fósforo fácilmente aprovechable y fósforo total.	36
2.4.8. Cationes intercambiables.	36
2.4.9. Azufre total.	37
2.4.10. Microelementos	37
2.5. ANALISIS ESTADISTICO.	37
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	39
3.1. ANALISIS FISICOS.	39
3.1.1. Resistencia de estructura.	39
3.1.2. Textura.	39
3.1.3. Densidad real.	41
3.1.4. Densidad aparente.	41
3.1.5. Porcentaje de porosidad.	43
3.1.6. Porcentaje de retención de agua.	46
3.2. ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS ASPECTOS QUIMICOS.	47
3.2.1. pH con H ₂ O y KCl.	47
3.2.2. C.I.C.T.	54
3.2.3. Materia orgánica.	54

	PAGINAS.
3.2.4. Carbono y humus.	56
3.2.5. Nitrógeno total.	59
3.2.6. Nitratos.	59
3.2.7. Amonio.	60
3.2.8. Relación C/N	60
3.2.9. Fósforo.	62
3.2.10. Calcio.	64
3.2.11. Magnesio.	67
3.2.12. Potasio	67
3.2.13. Sodio.	68
3.2.14. Azufre.	69
3.2.15. Manganeso.	71
3.2.16. Zinc.	71
3.2.17. Hierro.	73
3.2.18. Cobre.	73
3.2.19. Aluminio.	74
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	78
V. BIBLIOGRAFIA.	81
V I. ANEXOS.	87

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.	PAGINAS.
1.- MAPA DE LA ZONA.	28'
2.- PARCELAS MUESTREADAS.	30'
1.- DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS.	32
2.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS DE LOS TESTIGOS COMPOSTA Y SUELO, INCUBA DOS Y SIN INCUBAR	40
3.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE TEXTURA POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	42
4.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE DENSIDAD Y POROSIDAD POR TRATAMIENTO Y REPETI CIONES	44
5.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE RESISTEN CIA, C.C. Y P.M.P. POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	45
6.- PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN RESISTENCIA, DENSIDAD Y POROSIDAD	48
7.- PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN C.C. Y P.M.P.	49
8.- VALORES DE CORRELACION Y REGRESION EN LOS ASPECTOS FISICOS	50
9.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS SUELOS TESTIGOS INCUBADOS Y SIN INCUBAR	52
10.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS TESTIGOS EN COMPOSTA INCUBADA Y SIN INCUBAR	53

PAGINAS

11.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE pH y - C.I.C.T. POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	55
12.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE MATERIA ORGANICA, CARBONO Y HUMUS POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	57
13.- PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN ANALISIS QUIMICOS DE pH H ₂ O, pH KCl, C.I.C.T., - M.O. CARBONO Y HUMUS	58
14.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE NITROGENO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	61
15.- RELACION CARBONO/NITROGENO	63
16.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE FOSFORO Y POTASIO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	65
17.- PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN EL ANALISIS QUIMICO DE NITROGENO TOTAL, NITRATOS AMONIO, FOSFORO Y POTASIO	66
18.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CALCIO, MAGNESIO, SODIO Y AZUFRE POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	70
19.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE MANGANESO, ZINC Y COBRE POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	72

PAGINAS

20.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE FIERRO Y ALUMINIO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES	75
21.- PRUEBAS DE MEDIAS EN ANALISIS QUIMI- COS DE CALCIO, MAGNESIO, SODIO, AZU- FRE Y ZINC	76
22.- VALORES DE CORRELACION Y REGRESION - DE LOS ASPECTOS QUIMICOS	77

RESUMEN.

Se trabajó con el suelo de uso agrícola de la FES-C, UNAM. tratándolo con composta de desechos urbanos empleando diferentes dosis (0, 10, 20, 40, 60 y 80 Ton/Ha) utilizando bolsas de polietileno negras.

Los efectos físicos y químicos que presentaron al término de cinco meses de incubación manteniéndolos a capacidad de campo por el método de pesos diferenciales.

Los aspectos físicos que se analizaron fueron: textura, resistencia de los agregados, densidad real, densidad aparente, porcentaje de porosidad, capacidad de campo (C.C.) y punto de marchitez permanente (P.M.P.).

Se observó un aumento en el porcentaje de porosidad y en la capacidad de retención de agua; la textura y la densidad real no muestran efecto significativo y la densidad aparente tendió a disminuir a medida que se aumentó la dosis de composta. En cuanto a los análisis químicos se encontró que: el pH tendió a alcalinizarse al agregar la composta en fuertes dosis. Los análisis de % M.O., %C, % Humus, C.I.C.T., N total, amonio, nitratos, cationes intercambiables, fósforo y azufre; aumentaron conforme aumentaba la dosis de composta, es decir se observó un fuerte efecto de tratamiento.

Los microelementos, se comportaron de la siguiente manera:

El fierro y el zinc disminuyeron en los suelos a medida que se aumentó la dosis de composta, el cobre y el aluminio no se encontraron en los tratamientos analizados y el manganeso se

mantuvo estable.

Por lo anterior se puede decir que en cuanto a los efectos físicos y químicos la composta resultó favorable al suelo desde el punto de vista agrícola, teniendo solo cuidado de contrarrestar el efecto limitante del bajo contenido de micro elementos.

INTRODUCCION.

La mayoría de los suelos de uso agrícola requieren de la incorporación de materia orgánica, debido a la continua siembra a la que son sometidos y al no reciclaje de los productos que de ellos se obtienen.

Por otra parte la constante producción de desechos urbanos ha provocado en las ciudades, problemas de contaminación - que pueden resolverse con la utilización de la basura en forma de composta que se reincorporarían al suelo, cumpliéndose de esta forma el reciclaje de los productos orgánicos.

En México, tomando en cuenta estas dos problemáticas, se han creado plantas procesadoras de desechos urbanos, al menos - en las grandes ciudades como Monterrey, Guadalajara, Toluca y el Distrito Federal.

Sin embargo el producto que de ellas se obtiene no ha sido probado en la práctica agrícola en una amplia diversidad de suelos, que nos permita conocer todos y cada uno de los efectos físicos y químicos que podrían limitar o incrementar su uso de la composta.

Es por ésto que en el presente estudio se llevaron a cabo una serie de pruebas con composta de basura, procedente de la Planta Procesadora de Desechos Sólidos "San Juan de Aragón", Distrito Federal, aplicada en diferentes dosis sobre el suelo de uso agrícola de la FES-C, UNAM.

(iii)

OBJETIVO:

**DETERMINAR LOS EFECTOS QUIMICOS Y FISICOS
DE LA COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS, APLICA
DA EN DIFERENTES DOSIS POR HECTAREA, EN EL
SUELO DE LA FES-C, UNAM.**

I. REVISION DE LITERATURA.

I.1 LA MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS.

La materia orgánica (M.O)del suelo proviene de las raíces, residuos de plantas y organismos vivos o muertos del suelo.(30)

La M.O. representa una etapa determinada en el movimiento de los elementos entre los reinos vegetal, animal y mineral(32)

I.1.1 COMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA.

-Carbóno. La M.O. contiene un promedio de 58% de carbóno.

-Nitrógeno. El contenido medio de nitrógeno de la M.O. del suelo es del 5% aproximadamente.

- De manera general, la composición química de los materiales orgánicos se puede dividir en dos grupos de acuerdo a su velocidad de descomposición: los materiales que se descomponen fácilmente como los azúcares, almidones, proteínas sencillas, hemicelulosas y celulosas; y los materiales de descomposición lenta como las ligninas, grasas, ceras y taninos.(34)

I.1.2. RELACION CARBONO/NITROGENO.

La proporción que existe entre los elementos C y N, conocida como relación carbono-nitrógeno (C:N), es un factor que influye en la velocidad de descomposición de la M.O.

Generalmente en una relación C:N mayor de 30 se presenta una inmovilización del nitrógeno en el suelo durante el proceso de descomposición inicial de la M.O.

En una relación C:N entre 20 y 30 no hay movilización ni inmovilización de nitrógeno mineral; para una relación C:N menor

de 20 hay generalmente una liberación del nitrógeno mineral al principio del proceso de descomposición; siendo la óptima la relación C:N 10:1.

Otros factores que influyen en la descomposición de materiales orgánicos y la liberación o inmovilización del nitrógeno, además de la relación C:N, son los microorganismos del suelo - que requieren todo o gran parte del nitrógeno ulterior a la descomposición de la M.O. añadida al suelo; en ocasiones cuando se produce una disminución de la relación C:N se hace más pequeño el suministro de energía. Una proporción de la población microbiana muere a causa del decremento del alimento disponible, y se alcanza por último un nuevo equilibrio. (40)

I.I.3. TRANSFORMACION DE LA MATERIA ORGANICA EN EL SUELO.

La mineralización es el desdoblamiento de los materiales orgánicos en elementos inorgánicos simples, este proceso se debe a la acción de microorganismos del suelo. (30)

Los materiales orgánicos bajo condiciones aeróbicas se descomponen en compuestos simples como carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y posteriormente se combinan formando bióxido de carbono, agua y ácidos como el fosfórico y el sulfúrico que con los constituyentes minerales del suelo forman diversas sales. (30)

La descomposición de materiales nitrogenados por los organismos del suelo ocurre en dos etapas, la amonificación y la nitrificación; la amonificación es la formación de amonio por los organismos del suelo aeróbicos y anaeróbicos heterótrofos

que requieren como fuente de energía compuestos carbonados orgánicos; la reacción puede resumirse de la siguiente forma: $R-NH_2 + H_2O \rightarrow NH_3 + R-OH + \text{Energía.}$ (30) (4s)

La proporción de amonificación y cantidad de amonio producido depende de las condiciones del suelo, naturaleza de la M.O. y la naturaleza de la población microbiana.

El amonio así liberado puede ser absorbido por las plantas superiores, también puede descomponerse por organismos heterótrofos en ulteriores descomposiciones de los residuos carbónico-orgánicos; puede ser fijado en forma no utilizable biológicamente en los entramados de ciertos tipos de arcillas en expansión o puede ser convertido a nitratos y nitritos por el proceso de nitrificación. (40)

La nitrificación es la conversión del nitrógeno amoniacal a nitratos. La conversión es conducida principalmente por bacterias autotróficas que obtienen energía de la oxidación de sales inorgánicas y obtienen el carbono necesario del bióxido de carbono de la atmósfera que las rodea. (30)(43)

La conversión biológica del amonio a nitrato incluye dos etapas distintas, según las reacciones siguientes:

1ª etapa $2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$, en ésta reacción intervienen las Nitrosomas y los Nitrosococcus, y se facilita en suelos aereados observándose un incremento de la acidez.

2ª etapa $2HNO_2 + O_2 \rightarrow 2HNO_3$, ésta reacción es producida por bacterias autotróficas obligadas, como Nitrobacter. (30) (43)

Las dos reacciones muestran que el cambio es un proceso de oxidación.

En los suelos agrícolas los ácidos nítrico y nitroso probablemente no se encuentran como tales, pero están combinados con elementos básicos formando sales como nitratos y nitritos de calcio, magnesio, potasio y sodio. (43).

Dentro de los factores que afectan la nitrificación se mencionan: el suministro de amonio, pues es sustrato de las bacterias nitrificantes; la población de organismos nitrificantes, la reacción del suelo, siendo la óptima entre pH de 7 a 8, un suministro adecuado de calcio y fósforo, un equilibrio entre hierro, cobre y magnesio. (30) y (43).

Otros factores que afectan la nitrificación son la aereación, la humedad y la temperatura.

La aereación debido a que los organismos nitrificadores son aeróbicos y tienen una necesidad elevada de oxígeno. (43)

La humedad es esencial para todos los procesos vitales.

Se ha encontrado que el 50% de la capacidad de retención de agua, es en general favorable para la nitrificación. (43)

A una temperatura de 37°C se obtiene la mayor producción de nitratos y el proceso se detiene a temperaturas menores de 5°C y a mayores de 55°C. (43)

Elementos como el azufre son liberados de su combinación con estructuras orgánicas y eventualmente aparece en forma inorgánica como sulfuros (H_2S) y quizá como azufre elemental. Estos productos inorgánicos son oxidados por bacterias espe-

cíficas a ácido sulfurico y sulfuroso que acidifican la reacción del suelo; este ácido se combina con elementos minerales del suelo para formar sulfitos que se oxidan a sulfatos de calcio, magnesio, sodio y potasio. (30)

El aumento de microorganismos generado por el incremento de sustrato con la aportación de materia organica tiene efecto directo o indirecto sobre los minerales del suelo como son: fósforo, azufre, calcio, potasio, magnesio, fierro, manganeso, aluminio y silice; a veces se forman compuestos solubles pero en otros casos insolubles. (30)

Entre los ácidos más comunmente producidos en los suelos están el nitroso, nítrico, sulfuroso y sulfúrico y numerosos ácidos orgánicos, solubilizándose así fosfatos, carbonatos de calcio y magnesio; los compuestos de potasio también cambian a combinaciones más solubles. (30)

La fracción de la materia orgánica que ha sufrido una descomposición excesiva y que es bastante resistente a cualquier descomposición posterior se conoce como humus.

El humus es prácticamente insoluble en agua aunque una parte puede formar una suspensión coloidal. (17)

La composición química precisa del humus no es conocida aunque se ha definido como una mezcla de sustancias macromoleculares con grupos ionizables, principalmente ácidos; es un polielectrolítico macromolecular y amorfo. Sus sales son llamadas humatos. (34)

Entre las sustancias de origen vegetal que son precursor-

ras del humus al sufrir muy lenta transformación están las ligninas, los taninos, protefinas, grasas (ceras), colorantes y alcaloides. Otros materiales presentes en el suelo que sufren lenta descomposición son los polisacáridos de las cubiertas de bacterias y la quitina de insectos y hongos. (32)

El humus en estado coloidal presenta fenómenos eléctricos de superficie donde se acumula electricidad negativa, lo que da lugar a que retenga cationes y coloides de electricidad positiva, teniendo gran afinidad por el calcio, catión que acompaña casi siempre al humus en los suelos agrícolas formando el humato de calcio (20)

El humus con la arcilla y el calcio forma un complejo arcillo-húmico-cálcico llenando los espacios interlaminares de la arcilla, de ésta forma el amonio, fósforo y potasio solo podrán quedar retenidos exteriormente, de forma asequible para las plantas. (20)

La reacción del humus con los fosfatos tricálcicos, poco solubles en el extracto acuoso del terreno, forma humofosfatos de calcio, donde el fosfórico se combina con el anhídrido carbónico del suelo, o con el humus, haciendo pasar el fósforo a la solución del suelo. (20)

El humus también reacciona con los sesquióxidos de fierro y aluminio produciendo intercambio con los aniones fosfóricos que estaban adheridos a los sesquióxidos que impedían de ésta manera su asimilación por las plantas.

Al ser el humus un compuesto orgánico sirve de nutrimento a los microbios del suelo los cuales le comunican a este carácter biológico, al poner en forma simple los materiales edáficos. (20)

I.1.4 ASPECTOS QUIMICOS Y FISICOS QUE CONFIERE LA MATERIA ORGANICA A LOS SUELOS.

I.1.4.1 Ayuda a la formación de agregados y a la formar una estructura granular que favorece la buena aereación y permeabilidad.

I.1.4.2 Aumenta el número de macroporos que permite la transmisión de agua hacia abajo.

I.1.4.3 Aumenta la capacidad de retención de agua,ésto no significa necesariamente que aumente el agua disponible para las plantas ya que la M.O. retiene el agua con bastante firmeza. De suerte que el porcentaje constante de marchitamiento crece.

I.1.4.4. Las pérdidas de agua por evaporación se reducen mediante capas protectoras de materiales orgánicos.

I.1.4.5 Sirve de depósito de elementos químicos esenciales para las plantas, pues la mayor parte del nitrógeno del suelo se presenta en combinación orgánica,también una cantidad considerable de fósforo y azufre existe en formas orgánicas

I.1.4.6 La formación de ácidos producidos en su descomposición permite disolver minerales como el potasio,

I.1.4.7 Impide el cambio brusco en la reacción del suelo pero también reduce la alcalinidad debido a la liberación de

ácidos orgánicos cuando se descompone.

I.1.4.8 En forma de humus impide la lixiviación de fertilizantes amoniacales, interactuando también con cationes de calcio, magnesio y potasio, dejándolos en forma disponible para las plantas.

I.1.4.9 En estado fresco facilita la obtención de fósforo para las plantas, ya que al descomponerse libera citratos, oxalatos, tartratos y lactatos que se combinan con el hierro y aluminio más fácilmente que éstos últimos con el fósforo lo que resulta es la formación de un número menor de fosfatos insolubles de hierro y aluminio.

I.1.4.10 En suelos alcalinos la descomposición de la materia orgánica libera bioxido de carbono que ayuda a la solubilización de varios nutrimentos como fierro, manganeso y zinc.

(40)

I.1.5 TIPOS DE ABONOS ORGANICOS INCORPORADOS A LOS SUELOS AGRICOLAS .

I.1.5.1 Abonos verdes. Cualquier material vegetal aún no descompuesto.

I.1.5.2 Estiércoles. Constituidos por las heces y la orina de los animales, mezclados con paja, residuos de cosechas u otros materiales usados como cama.

I.1.5.3 Compostas. Mezcla de residuos orgánicos de cualquier especie con materiales minerales que se emplean como abonos orgánicos .

1.1.5.4 Subproductos industriales. Materiales que resultan de la extracción o elaboración de vinos, aceites y azúcares - como la cachaza, la vinaza y tortas de oleaginosas.

1.2. COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS.

1.2.1 DEFINICION.

La composta de desechos urbanos es el producto de la degradación acelerada de restos de vegetales y animales por actividad microbiana, ésta degradación comprende la destrucción de compuestos orgánicos complejos en sustancias más sencillas - de fácil asimilación por parte de las plantas. (2) (8)

1.2.2 ANTECEDENTES.

Con el incremento poblacional ha sido necesario prestar mayor atención al empleo de las basuras.

La conversión de basuras en composta se ha practicado de diversas formas desde hace años, comenzando por el sistema de esterco en bruto, desde los tiempos más remotos; hasta - los más perfeccionados e higiénicos procedimientos recientes. (23) (24) (25) (26) (33) (44)

China ha utilizado a través de los años en gran escala el reciclaje de los materiales orgánicos, recojiendo todos los abonos, conservándolos y empleándolos cuidadosamente en la agricultura para ayudar a mantener la productividad del suelo - con un sistema de cultivo intensivo que actúa como estabilizador contra la escasez de fertilizantes minerales. (13)

En 1925 se dió el primer avance en la compostificación desarrollado por Howard en la India, este investigador obtuvo una

composta de calidad aceptable y fué a través del método "Indore" el cual consiste en depositar capas sucesivas de basura y estiércol en zanjas o pilas y en donde ésta se -
voltea cada tres meses y el líquido drenado es reincorporado para de esta forma mantener un nivel deseado de humedad. (18)

Se considera que en 1930 se inició la compostificación moderna en países tales como Holanda, con el método Viulafvoer Maatschappij, Dinamarca con el método Dano y Estados Unidos por Eweson: ellos pretendían acelerar el proceso a través de la descomposición aeróbica y el manejo mecanizado. (37)

En 1950, Gotas y colaboradores (citado por Fromm, 1974) desarrollaron experimentos sobre los aspectos básicos de la -
compostificación de desechos urbanos y publicaron la información elemental sobre los efectos de la temperatura, humedad ambiental, aereación, relación C:N, utilización de inoculantes especiales y trituración del material tratado. Su estudio -
brindó información sobre los tipos de organismos presentes, técnicas para analizar la condición de la composta durante y después del proceso, características de los materiales aptos para la compostificación y consideraciones generales sobre el diseño de plantas procesadoras.

Las compostas fabricadas con desechos urbanos se emplean en el mejoramiento del suelo, es decir, en la horticultura, fruticultura, viticultura, viveros, en zonas de reforestación y en

diversos aspectos de la arquitectura de jardines.

Desde hace ya muchos años los Países Bajos ofrecen un ejemplo de producción y utilización de compostas (3) (11) (16) (42) Existen en varias ciudades de México: D.F., Guadalajara, Monterrey y Toluca; sistemas de compostaje de la basura urbana, estas compostas, aunque de buena calidad, no son utilizadas en su totalidad debido al alto costo del producto que lo limita al uso de cultivos muy remunerativos, además de que solo se procesa el 10% de la basura total producida. (16)

I.3 ELABORACION DE COMPOSTA A PARTIR DE DESECHOS URBANOS.

La cantidad y características de los residuos disponibles para la formación de la composta varían según las localidades de donde se extraigan. (1) (18) (37)

En las áreas rurales el material compostificable dependerá del clima, tipo de agricultura, facilidad de recolecta de los desechos, costumbres alimenticias, utilización de residuos orgánicos como combustibles y de las condiciones económicas de la región. (6)

La producción de composta en las ciudades se ve afectada además, por los productos industriales desechados, abundancia de podas en los parques y jardines, establecimientos de comercios separación de los materiales orgánicos e inorgánicos antes del proceso y de la frecuencia de la recolección. (6)

Existen varios métodos para transformar la basura en abonos orgánico (8) (27) (38) (41), pero en esencia se consideran los siguientes :

a.- Proceso estático. En éste, el material prensado o extendido en capas, y bien ventilado, permanece en un lugar y es removido una vez, o sólo unas pocas veces, durante el proceso de formación de la composta, la característica fundamental de este proceso es la formación intensa o desarrollo de los hongos actinomicetos, ascomicetos y basidiomicetos.

b.- Proceso dinámico. Aquí el material en descomposición se mantiene en constante movimiento, de tal manera que la flora consiste principalmente en bacterias. En general a ésta fase sigue otra estática; el depósito en montones para la fermentación.

El proceso dinámico exige más maquinaria por lo que el costo de la composta se incrementa, sin embargo y desde el punto de vista biológico resulta más justificable el proceso estático puesto que los hongos representan la primera etapa de la formación del humus.

La elaboración de composta comienza con la recolección heterogénea de material biodegradable, es decir, todo excepto vidrio plástico y metal, y el papel por su lenta degradación; el material se acumula en pilas, ya sea en capas o mezclándolo. Debe asegurarse que haya un aporte de nitrógeno en forma de estiércol animal ya que junto con el oxígeno son de vital importancia para el buen desarrollo de los microorganismos que se encargan de este proceso.

Se requiere un tiempo de 16 semanas, período de tiempo en el cual se efectúa la fermentación y maduración de la composta. (6)

Para que el material sea degradado correctamente por las bacterias y hongos que se encuentran en la pila se deben cumplir ciertas condiciones favorables para su óptimo desarrollo, tales como:

-Un volumen mínimo de un metro cúbico (para lograr temperaturas de 70°C)

-El material de preferencia triturado, no molido presenta mayor área expuesta y permite la aereación.

-Asegurarse de que una cuarta parte a una tercera del material sea estiércol animal (aporte de nitrógeno).

-Debe estar húmeda, no mojada ni seca (aporte de agua para los microorganismos).

-Todo el material debe ser expuesto a las temperaturas de 55° a 70 °C en el centro de la pila (se eliminan organismos patógenos).

-Se debe proporcionar buena cantidad de oxígeno por lo que hay que asegurar una buena aereación, ya sea haciendo hoyos a la pila, levantando el material del suelo o con remociones continuas (evita la putrefacción del material).

Además de lo ya citado, es necesario llevar un control diario de la temperatura de la pila detectando así la actividad positiva de los microorganismos; se efectúan en los primeros 30 días 2 riegos y volteos simultáneos; posteriormente cada 15 días se efectúa un riego y volteo simultáneo hasta completar las 16 semanas. (6)

1.3.1 FACTORES QUE AFECTAN EL COMPOSTEO.

El contenido de carbono y nitrógeno se usa para calcular la relación C:N que sirve como indicador del balance de nutrientes para los microorganismos.

RELACION C:N PARA COMPOSTEO DE BASURA

	C:N Recomendable	C:N aceptable	C:N deprimente
Fase inicial	25-40	35-60	60 (1)
Fase final	10-20	20	20 (2) (3)

(1) Se requiere añadir una fuente de N

(2) Se requiere añadir una fuente de C o incrementar el tiempo de retención.

(3) Si el exceso de C es material celulósico, el producto es aceptable.

FUENTE: FERTIMEX. Planta industrializadora de desechos urbanos
Informe Técnico. FERTIMEX. México, D.F.

Valores arriba de 40 generalmente resultan en un mayor tiempo de composteo y valores menores de 15 generalmente traen como consecuencia que durante el composteo ocurran pérdidas de nitrógeno por la volatilización de amoníaco.

Matsuzaki 1982, citado por Rubio Covarrubias observó que cuando se composteaba paja de arroz con una relación C:N entre 60 y 70, la relación C:N se estabilizaba en aproximadamente 20 al alcanzar la composta su madurez. Sin embargo cuando se composteaba estiércol bovino, porqueriza y gallinaza con rela

ciones C:N que variaban de 15-20, 9-12 y 6-8 respectivamente todas las relaciones C:N se estabilizaban a un nivel cercano a 10, independientemente de la fuente y no ocurrían cambios drásticos después de 2 o 3 semanas de composteo.

La razón C:N en la M.O. del suelo es un factor importante en un buen número de casos, de los cuales los más significativos son: a) la competencia por el nitrógeno asimilable - aparece cuando los restos tienen una razón C:N alta, y son añadidos a los suelos; b) debido a la constancia de esta razón en los suelos, el mantenimiento del carbono, y a su vez la M.O. depende en pequeño grado del nivel del nitrógeno en el suelo.

Debemos considerar éstos dos factores para descubrir prácticamente, la influencia de un material con alto contenido de carbóno.

La relación para un buen composteo debe ser 10:1 ya que si esta es alta la degradación es muy lenta, y si la relación - carbono:nitrógeno es baja la degradación es rapidísima además de que hay formación de moléculas de amonio.

-Papel del pH en el composteo. Este es otro de los factores que afectan los procesos biológicos del composteo, un pH superior a 7.0 favorece la pérdida de amoniaco en las compostas de estiércol, por lo que se puede considerar como un rango óptimo 6.5 a 9.0.

Independientemente del pH inicial, el pH de una composta bien estabilizada generalmente es cercano a 7.0.

-La humedad es otro factor que debemos manejar adecuadamente en el composteo; se deben manejar como rangos mínimos 40% y rangos máximos de 70% y obviamente considerando un óptimo de 50-60%. Aunque este aspecto está en función del contenido de humedad del material compostable, es muy importante en cualquiera de los casos evitar putrefacciones del material por exceso de agua.

-Una porosidad uniforme así como un buen sistema de aereación, sobre todo con volteos constantes, son factores necesarios para una efectiva oxidación de la composta.

La aereación tiene dos finalidades: suministrar el oxígeno necesario a las bacterias y la eliminación de calor y malos olores a través de los volteos.

Es importante la aereación ya que de ésta forma aseguramos condiciones más favorables en el proceso, y una cantidad adecuada de nitrógeno.

-El calor que se desprende como consecuencia de la respiración de los microorganismos, aumenta la temperatura del material en composteo; conforme la temperatura aumenta, la actividad microbiana también aumenta hasta alcanzar un óptimo a los 55-60°C. Temperaturas mayores disminuyen la diversidad de especies de microorganismos y la descomposición se hace más lenta. A una temperatura determinada la producción y pérdida de calor pueden estar balanceadas, dependiendo del tamaño y forma de la pila de composta, aereación y disponibilidad de nutrientes para los microorganismos.

Después de que los nutrimentos más fácilmente asimilables son consumidos, la velocidad de descomposición baja, produciendo una disminución en la temperatura lo cual también ocurre conforme la composta se estabiliza. (36)

1.3.2 ENRIQUECIMIENTO DE LA COMPOSTA CON FERTILIZANTE QUÍMICO.

Se menciona que diferentes materiales orgánicos son susceptibles de utilizarse como abonos si son enriquecidos artificialmente con fertilizantes químicos, debido a la amplia relación C:N que tienen.

La composta de desechos urbanos en general tiene una buena relación carbono:nitrógeno sin embargo en pruebas que se han realizado utilizando la composta y fertilizantes químicos se ha encontrado por ejemplo, que el valor de la composta puede elevarse considerablemente si a cada tonelada de materia seca se le añade:

9 a 18 Kg de Sulfato de amonio.

27.2 Kg de Superfosfato de calcio simple

13.6 Kg de Cloruro de potasio.

27.2 Kg de piedra caliza

En el siguiente cuadro se observa de que manera el aumento del rendimiento de las compostas depende del nivel general de enriquecimiento, obtenido por el nivel natural de fertilidad del suelo o por el uso de fertilizantes; al añadir fósforo y nitrógeno como fertilizantes de acción rápida, la producción relativa del aumento del rendimiento por la com-

posta disminuyó al 4%.

Aumento del rendimiento con composta urbana (media 1959-1973 papas, centeno, cebada- de materia seca en cinco aplicaciones de composta) Total 480 Ton/Ha. ()

Sin compuesto dt/ha por año	Compuesto fermentado.	Compuesto fresco.
valores relativos		
Sin fertilizante P:		
Sin fertilizante N: 37.9=100	123	126
Con fertilizante N: 59.7=100	106	109
Con fertilizante P:		
Sin fertilizante N: 42.5=100	114	118
Con fertilizante N: 61.7=100	104	104
Composta fermentada de 6 a 9 meses.	Composta fresca de una semana	

Este cuadro nos ilustra las posibles ventajas del uso de fertilizantes químicos para el enriquecimiento de las compostas y un mejor papel de las mismas sobre el suelo, ya que aumentó el rendimiento del 23 al 26% en el nivel de rendimiento más bajo que era afectado por la falta de nitrógeno y fósforo.

1.3.3 EVALUACION DE LA COMPOSTA DESPUES DE SU ELABORACION.

A continuación se mencionan algunos puntos mediante los cuales se puede juzgar el éxito de la composta. Sirven como un estandar a partir del cual podemos determinar la eficiencia

del método para elaborar la composta.

-Estructura: El material debe estar medio suelto, no muy apretado, no muy compacto. Entre más granulada sea la estructura mejor será la composta.

-Color: El mejor color es café oscuro. Si es negro y está mojado y con olor, indica una fermentación inadecuada con mucha humedad y falta de aireación. Un color grisáceo o amarillento indica un exceso de suelo inerte, sin materia orgánica.

-Olor: Debe ser a tierra húmeda o humus. Cualquier mal olor es señal de que la degradación es inadecuada.

-Humedad: No debe escurrir agua al apretarla con la mano y nunca dejar que la composta se seque.

-Temperatura: de 45 a 70°C indican una gran actividad de degradación. Cuando ésta baja a los 20-30 °C la composta está terminada o se requiere remoción.

-Mezcla de materiales: La mezcla y proporción adecuada de materia prima es muy importante, determina el resultado final de la composta y su valor fertilizante. (6)

1.4 ANALISIS QUIMICO Y FISICO DE LA COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS DE ALGUNAS PLANTAS PROCESADORAS DEL PAIS.

En los siguientes cuadros se puede observar el nivel de nutrientes y las características físicas que contienen las diferentes compostas procesadas en el país.

Análisis químico cuantitativo de diversas muestras de composta experimental, obtenido de la basura de la Ciudad de Monterrey. (10) (21)

	%
M.O.	34.0
C	19.8
Humus	6.3
N	1.61
P	1.02
K	1.58
Ca	8.1

pH 7.6

promedio del contenido de la composta obtenida en Desechos - sólidos SAN JUAN DE ARAGON. (México D.F.) (37)

	%
M.O.	26.0
Humus	10.0
N	1.3
P	0.3
K	0.7
C:N	12.0
Humedad al envasar	20-30

Análisis químico de la composta obtenida de la planta industrializadora de Guadalajara. (37)

	%
M.O.	36.38
C	19.80
Humus	6.3
N	1.2
P	0.7
K	1.2
Ca	8.1
pH	7.5

Características Físico-Químicas de la composta usada para efectos experimentales en el INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY. (35)

DETERMINACION	COMPOSTA
Nitrógeno total (%)	0.656
Fósforo (Kg/Ha)	77.14
Potasio (Kg/Ha)	177.00
M.O. (%)	11.79
Carbono (%)	6.84
Relación C/N	10.4:1
Proteína (%)	3.3375
Fierro (Kg/Ha)	5.00
Manganeso (Kg/Ha)	112.5
Boro (Cualitativo)	NO
Cobre (ppm)	1.65
Zinc (%)	0.13
pH (1:1)	7.5
CaCO ₃ (%)	66.50

Características Físico-Químicas de la composta usada para efectos experimentales en el INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY. (37)

DETERMINACION	COMPOSTA
Arena (%)	63.12
Limo (%)	16.40
Arcilla (%)	20.48
Textura	Migajon Arcillo-Arenosa.

Por otra parte en los cuadros anteriores se denota el contenido alto en nutrientes de las compostas procesadas en algunas ciudades de México.

1.5 EFECTOS DE LA COMPOSTA DE DESECHOS URBANOS EN LOS SUELOS DE USO AGRÍCOLA.

Tan sólo en el área metropolitana de la ciudad de México se producen diariamente 7,500 toneladas de basura, con un alto contenido de material degradable. (2)

Varios autores mencionan que la composta de desechos urbanos mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. (10) (12) (15) (16) (8) (23) (27) (32) (39) (42)

Otros señalan que mejora la estructura de los suelos, formando gránulos que permiten una mejor aireación y drenaje, además de que los efectos residuales de la labranza sobre la macroestructura del suelo es más duradera. (3) (24) (29) (12)

Por otra parte mejora la aireación con la formación de agregados dando lugar a una mejor infiltración de agua.

En suelos arcillosos, evita las inundaciones en épocas de lluvia y en suelos arenosos incrementa la retención de agua (2) reduce la fragmentación de los suelos en época de sequía (24) aumenta la capacidad de retención de la humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación), la porosidad y la densidad aparente. (3) (5) (12) (19) (24)

Los siguientes cuadros son el resultado de diversas investigaciones que se han efectuado tratando suelos con diferentes dosis de composta (ton/Ha) y en estos se observa el efecto que tiene esta sobre la porosidad, la densidad aparente, la adhesividad, la capacidad del suelo de absorber agua y la evaporación del suelo.

EFECTOS DE LA COMPOSTA EN LA POROSIDAD DEL SUELO (13)

	PROFUNDIDAD (cm)		
Tratamiento	0-10	10-25	25-50
Porosidad total (%)			
Sin composta	51.6	49.4	43.7
38 Ton/Ha de composta	52.3	56.4	46.0
Permeabilidad al aire			
Sin composta		16.1	8.8
38 TON/Ha de composta		18.2	7.5

EFECTO DE LA COMPOSTA EN LA DENSIDAD Y ADHESIVIDAD DEL SUELO. (13)

Ton/Ha	Densidad g/cm ³	Adhesividadg/cm ³
0	1.35	1.90
38	1.25	1.31
76	1.25	1.23
152	1.23	0.90

EFEECTO DE LA COMPOSTA EN LA CAPACIDAD DEL SUELO DE ABSORBER AGUA. (13)

Nº de días transcurridos	Cantidad de agua absorbida por el suelo sin composta aplicada (%)	Cantidad de agua absorbida por el suelo con composta aplicada 228 Ton/Ha (%)
1	24.2	25.5
2	25.4	27.5
3	26.2	28.6
4	26.3	29.0
5	26.3	29.5

EFEECTO DE LA COMPOSTA EN LA EVAPORACION DEL SUELO (13)

Nº de días Transcurrido	TIERRA NEGRA		TIERRA ARENOSA	
	Con comp %	Sin comp %	Con comp %	Sin comp %
1	5.71	7.14	4.17	10.0
2	12.14	17.14	17.43	21.4
3	18.57	31.43	14.27	27.1
4	23.57	40.70	17.85	32.8
5	41.43	55.71	23.57	37.1

Se ha investigado además que la composta reduce la erosión de los suelos , al aumentar la resistencia a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.(13)

En cuanto a los efectos químicos de la composta sobre el suelo tenemos que mantiene el pH en el rango de ligeramente ácido - a ligeramente alcalino, lo que hace que los elementos estén disponibles a las plantas y a los microorganismos. (22)

Eleva la capacidad de intercambio catiónico del suelo protegiendo a los nutrimentos de la lixiviación, al retener los cationes. Esto se debe esencialmente a los grupos carboxílicos de los compuestos orgánicos.(25) dos a tres veces superior a la de los minerales coloidales.(35)

Libera bióxido de carbono que propicia la solubilización de nutrimentos. Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

Aumenta el contenido de humus en el suelo, que proviene de la descomposición de restos de todo tipo por los microorganismos del suelo, siendo en si la última fase de descomposición de la M.O. y en donde se llevan a cabo la mayoría de las reacciones químicas de ésta.

La mayor parte del nitrógeno y del azufre, y una proporción apreciable de fósforo son aportados por la M.O. en los suelos. Aquí la M.O. forma fácilmente complejos con metales pesados, por lo que puede actuar como fuente y recipiente de oligoelementos del suelo, controlando de ésta manera hasta cierto punto su absorción por las plantas.

Por consiguiente, la liberación progresiva de estos elementos por la mineralización de la M.O. es indispensable para la nutrición de las plantas en los sistemas tradicionales de cultivo, en los cuales no se usan o apenas se utilizan fertilizantes inorgánicos. (12)

Propicia cambios en la velocidad de liberación del fósforo y potasio contenidos en minerales inorgánicos. Aporta elementos menores como boro, manganeso, además de que moviliza algunos -

otros como el fierro y aluminio. (25)

La aplicación de composta influye en la actividad enzimática, la descomposición de las fibras y la generación de anhídrido carbónico en el suelo. A medida que aumenta la cantidad de composta aplicada también lo hace la actividad de la ureasa y - la proteinaza. (13)

La descomposición de la M.O. en el suelo tiene estrecha relación con la deshidrogenasa y la hidrógeno-peroxidasa, las cuales aceleran la liberación de bióxido de carbono y la descomposición del material fibroso. (13)

La composta de desechos urbanos cuando se utiliza con fertilizantes químicos forma complejos más fácilmente asimilables para las plantas; retiene y libera poco a poco el nitrógeno y el fósforo añadidos al suelo, inhibe el efecto fijador del calcio sobre el fósforo y previene la lixiviación del nitrógeno inorgánico soluble. (25)

(4) Se estudió los efectos del composteo y la fertilización nitrogenada en maíz durante 60 años y concluyó que el composteo es una práctica valiosa para mantener la productividad - del suelo, aunque ésta por si sola no la incrementa significativamente. La siembra del maíz sin aplicar composta o fertilizante nitrogenado durante 30 años consecutivos redujo el contenido de nitrógeno nativo hasta un 40%. En ese mismo lapso de tiempo aplicando composta en cada período, se incremento - el contenido de nitrógeno del suelo hasta 90% del nivel originalmente presente en el suelo.

Algunos autores (19) (39) analizaron la importancia del uso de la composta de desechos urbanos, en varios cultivos hortícolas, mediante aplicaciones de 5,10 y 15 ton/Ha; con la aplicación de 5 ton/Ha la respuesta de los rendimientos no fué económica, pero en dosis mayores se obtuvieron cosechas que dieron incrementos económicos de hasta de un 23%, además combinaron la composta con fertilizantes inorgánicos en el que se prefirió el tratamiento de 15 ton/Ha.

II. MATERIALES Y METODOS.

2. El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Investigación de suelos y fuera del invernadero de la sección de Suelos y Uso del agua del Departamento de Ciencias Agrícolas de la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN. (Sin controlar las condiciones ambientales).

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1.1. Localización.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, se localiza en la Cuenca del Valle de México, al Oeste de la cabecera municipal de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México.

Se ubica en las coordenadas de $19^{\circ} 37'$ y $19^{\circ} 45'$ Latitud norte y entre los $99^{\circ}07'$ y $99^{\circ}14'$ Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, teniendo una altura de 2400 m.s.n.m.

(Figura número 1).

2.1.2. Clima.

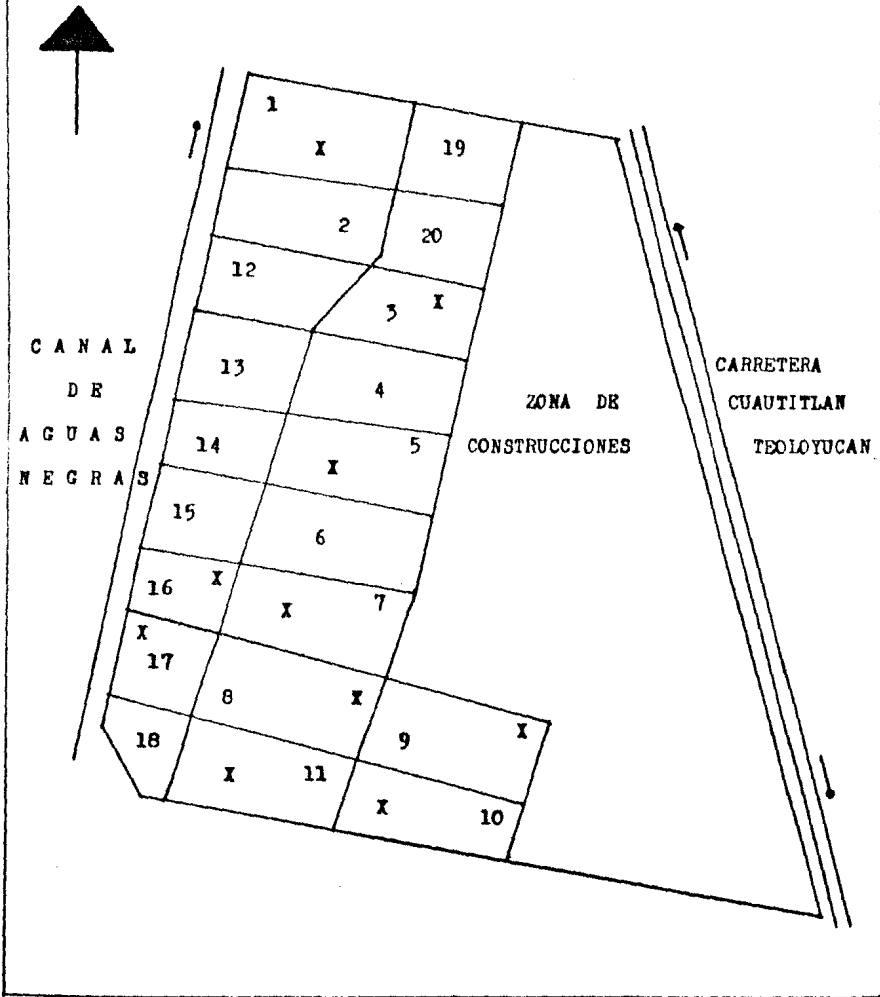
De acuerdo con el sistema de Koppen modificado por Enriqueta García, el clima es C (Wo) (w) b (i') siendo templado, el más seco de los subhúmedos con un régimen de lluvias en verano e invierno seco, con verano largo y fresco, temperatura extrema con respecto a la oscilación.

La temperatura media anual es de 17.5°C con una oscilación media anual de 6.5°C siendo enero el mes más frío y julio el más caliente; la temperatura máxima es de 29.5°C durante el mes de abril seguidas por mayo y junio.

El promedio de horas frío oscila entre 800 y 820 al año.

La precipitación media anual es de 605 mm siendo julio el mes

PARCELAS MUESTREADAS (X)
TOMADAS AL AZAR.



más lluvioso con 128.8 mm y febrero el más seco con 5.33 mm: la probabilidad de lluvia en la zona es menor del 50%.

El promedio de días con heladas es alto, empezando en el mes de octubre y terminando en el mes de abril, presentándose algunas en el mes de mayo. La frecuencia de granizadas es baja y se presentan generalmente en verano.

2.1.3. Orografía.

Las elevaciones que se pueden observar al Suroeste y al oeste del Municipio forman parte de la Sierra Monte Alto y Monte Bajo, al Sureste se encuentra ubicada la Sierra de Guadalupe la cual separa al Valle de Cuautitlán con el de Tlalnepantla.

2.1.4. Hidrología.

El río Cuautitlán que se origina en la Presa de Guadalupe, atraviesa el municipio en dirección suroeste-noroeste. El agua de esa presa que junto con las Presas de la Piedad y el Huerto son utilizadas para el riego de los cultivos de esta zona.

2.1.5. Geología.

Esta zona pertenece a la Provincia del Eje Neovolcánico, en la que predominan las rocas volcánicas cenozoicas de los períodos terciarios y cuaternarios.

En ésta zona específicamente se encuentran depósitos aluviales de material ígneo muy intemperizados del tipo de la andesita, brecha volcánica y areniscas-tobas que componen las serranías que rodean la zona.

2.1.6. Edafología.

El suelo de la FES-C es de formación aluvial y se origina a

partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona.

El suelo es relativamente joven, en proceso de desarrollo, presenta un perfil de apariencia homogénea por lo que es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista; es un suelo profundo.

De acuerdo con la clasificación FAO-DETNAL este suelo ha sido clasificado como Vertisol Pélico, suelo de textura fina, arcilloso, pesado y difícil de manejar por tener alto grado de plasticidad y adhesividad; y puede ser impermeable al agua de riego o de lluvia.

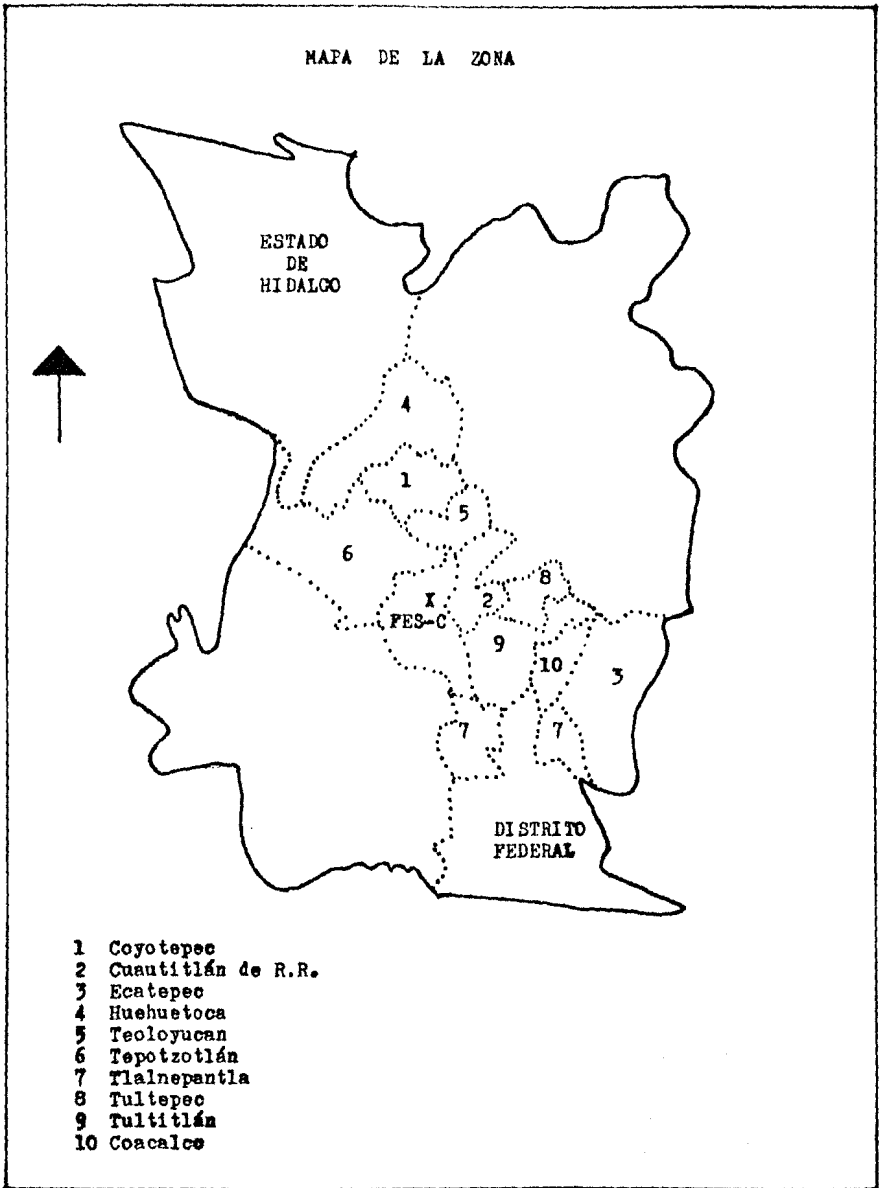
2.2 MUESTREO.

El muestreo del suelo se llevó a cabo por el método (MSA) Muestreo simple aleatorio, en las parcelas de uso Agrícola de la FES-C, con un total de 10 puntos tomados al azar, (Figura número 2).

Para proceder al muestreo se limpió el terreno de vegetación superficial de todos y cada uno de los puntos, y se tomaron las muestras a una profundidad de 30 cms hasta completar 10 Kg por parcela muestreada, suelo suficiente para los estudios que se llevarían a cabo.

2.2.1 Preparación de las muestras del Suelo.

Se secaron las muestras en el laboratorio L-211 a temperatura ambiente, se rompieron los terrones grandes con un mazo de madera y se limpió de piedras y raíces, posteriormente se revolvieron seis kilogramos de todas y cada una de las muestras



entre sí dando como resultado una sola muestra compuesta del suelo de cultivo de la FES-C de 60 Kg.

De la muestra representativa del suelo se tomaron 21 submuestras de 2 Kg cada una, se colocaron en bolsas de polietileno negras; otras seis muestras contenían únicamente 2 Kg de composta sola (proveniente de la planta procesadora de "Desechos sólidos de San Juan DE Aragon"). Dando un total de 27 bolsas las cuales se sometieron a diferentes tratamientos (Cuadro número 1).

Las bolsas con los tratamientos fueron colocadas sobre una mesa fuera del invernadero quedando distribuidas bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones.

La humedad de los tratamientos se mantuvo constante a capacidad de campo con la técnica de pesado e igualado de pesos a C.C. no se controló el agua de lluvia, sin embargo se procuró que las bolsas no se derramaran.

Los tratamientos del 1 al 7 se sometieron a incubación y los tratamientos 8 y 9 se dejaron sin incubación.

La incubación consistió en dejar un total de 5 meses (20 semanas) a los suelos tratados con composta y a las bolsas con 100% de composta, a capacidad de campo, para permitir las reacciones físicas y químicas de las muestras tratadas.

Los suelos sin composta (tratamientos 1 y 8) y la composta sola (tratamientos 7 y 9) son considerados como testigos.

Posteriormente al período de incubación se llevó a cabo el análisis químico y físico en las muestras tratadas con 0,10,

Cuadro 1 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS.

Número de maceta	Número de tratamiento	Número de repetición	Ton/Ha de composta	gr de compos por maceta
1		1	0	0
2	1	2	0	0
3		3	0	0
4		1	10	8
5	2	2	10	8
6		3	10	8
7		1	20	16
8	3	2	20	16
9		3	20	16
10		1	40	32
11	4	2	40	32
12		3	40	32
13		1	60	48
14	5	2	60	48
15		3	60	48
16		1	80	64
17	6	2	80	64
18		3	80	64
19		1	--	2000
20	7	2	--	2000
21		3	--	2000
22		1	0	0
23	8	2	0	0
24		3	0	0
25		1	--	2000
26	9	2	--	2000
27		3	--	2000

20,40,60 y 80 Ton/Ha de composta, lo mismo se realizó con los tratamientos 8 y 9 que incluye las bolsas que no se sometieron a incubación. Antes del análisis se secaron las muestras a la intemperie, se homogenizaron con un mazo de madera y tamizaron con malla de 2 mm.

2.3. ANALISIS FÍSICOS.

2.3.1. Textura.

Se determinó por el método del Hidrómetro de Bouyoucos el cu al se basa en la velocidad diferencial de asentamiento de las partículas del suelo en el agua. (14)

2.3.2. Densidad aparente.

Se determinó por el método de la probeta, la densidad aparente del suelo o pesos por volumen de suelo es la masa de una unidad de volumen de suelo incluyendo el material sólido y el espacio poroso. Este método no requiere de instrumentos especiales y nos da una idea aproximada de la densidad aparente del suelo desde el punto de vista agrícola. (14)

2.3.3. Densidad real.

O Gravedad específica del suelo, se determinó por el método del Picnómetro; la densidad real es la densidad de la masa del suelo que incluye las partículas individuales de arena, limo, arcilla y materia orgánica sin tomar en cuenta el espacio poroso. (14)

2.3.4. Porosidad del suelo.

Se determinó por el método del penetrómetro, midiendo la resistencia que oponen al rompimiento, al ser presionados con el pe

netrómetro de bolsillo.(14)

2.3.5. Contenido de humedad del suelo.

Utilizando la olla de presión a 0,3 y 15 atmósferas. A través de este método se obtuvo la capacidad de campo (C.C.) a la presión de 0,3 atmósferas y a 15 atmósferas para el punto de marchitez permanente (P.M.P.). (7)

2.4. ANALISIS QUIMICOS.

2.4.1. pH

Se determinó con agua en proporción 1:2,5 y con solución de KCl 1,0 N de pH 7 en proporción 1:2,5, con lo cual se detectó la presencia de sesquióxidos de hierro y aluminio, y se levó en un potenciómetro marca Corning modelo 7 con electrodos de vidrio y calomel.

2.4.2. Capacidad de Intercambio catiónico total (C.I.C.T.)

Se determinó por el método de saturación de calcio y se cuantificó por titulación con EDTA; se llama capacidad de intercambio catiónico de un suelo a la cantidad de cationes que pueden situarse en sus posiciones de intercambio, expresada en meq/100 g de suelo; esta es una característica del suelo que depende de su composición química, fundamentalmente de las arcillas y de la M.O.; su interés reside en que es el factor que determina la posibilidad de retener un depósito de cationes nutritivos, susceptibles de ser cedidos a la solución salina del suelo a medida que son sustraídos de ésta por la planta. El método analítico se basa en un desplazamiento de los cationes de cambio con una solución acuosa de -

una sal y posteriormente se extrae y valora el catión intercambiado. (14)

2.4.3. Materia Orgánica y carbono.

Se determinó el método de Walkley y Black; que se basa en la oxidación de la materia orgánica del suelo con dicromato de potasio y posteriormente se valora el exceso de dicromato - añadido con una sal ferrosa. (14)

2.4.4. Humus.

Se extrajo la fracción húmica de la M.O. del suelo, utilizando sosa (0.5%) y se expresó en (%) con relación al peso del suelo seco. (34)

2.4.5. Nitrógeno total.

Se empleó el método de Kjeldahl modificado para incluir nitratos; en el método, los nitratos se convierten en nitroderivados, por reacción del ácido salicílico; después se reducen a aminas por acción del tiosulfato sódico y luego se digieren los compuestos orgánicos con ácido sulfúrico, se alcaliniza la solución, se destila el NH_2 y se valora el NH_3 desprendido. (14)

2.4.6. Nitrógeno aprovechable (Amonio y Nitratos).

El amonio es retenido en los suelos en forma de ión canjeable, para esto se utiliza el ión sodio como ión reemplazante, y se cuantifica el amonio mediante titulación con una solución estándar de ácido sulfúrico 0.02N. (14)

Los nitratos se determinaron por el método colorimétrico de brucina; ya que los nitratos no son retenidos por los coloides del suelo y se mueven con cierta libertad en el suelo por lo

que pueden ser extraídos cuantitativamente con agua, desarrollando el color con brucina para su cuantificación.

2.4.7. Fósforo fácilmente aprovechable y fósforo total.

El fósforo fácilmente aprovechable se determinó empleando el método de Bray P 1 , este método es de uso amplio para indicar la disponibilidad del fósforo en los suelos; la combinación de ácido clorídrico y fluoruro de amonio está diseñado para extraer el fósforo que se encuentra en forma fácilmente soluble en ácidos principalmente los fosfatos de hierro y aluminio; el fluoruro de amonio disuelve los fosfatos de hierro y aluminio formando iones complejos con estos metales en soluciones ácidas. (14)

El fósforo total, se determinó por oxidación húmeda y colorimetría con Molibdato-Vanadato, con éste método se determinó la presencia del fósforo en los tratamientos en los que se usó únicamente composta sola. (14).

2.4.8. Cationes intercambiables.

Calcio y magnesio. Estos cationes constituyen la base de intercambio más comúnmente encontrados en la mayoría de los suelos, lo que nos permite predecir su comportamiento en relación a las reacciones del suelo. El método a nivel internacional más utilizado para determinar el índice de disponibilidad de los cationes calcio y magnesio es el que utiliza una solución de acetato de amonio 1.0 N pH 7 como extractora, - cuantificando posteriormente el calcio y magnesio por titulación con EDTA. (14)

Sodio y potasio. Estos cationes son considerados como esenciales para la nutrición de la planta, además el potasio es necesario para el proceso metabólico del nitrógeno y el sodio por su parte en un momento dado puede reemplazar al potasio. Para su determinación se empleó como solución extractora la de Acetato de amonio 0.1 N pH 7 cuantificandolos posteriormente por flamometría.(14)

2.4.9. Azufre total.

Se determinó mediante un método Turbidimétrico, empleando como solución extractora una mezcla de acetato de amonio y ácido acético, la precipitación de los sulfatos se realiza agregando cloruro de bario y se cuantifican mediante un fotocolorímetro, previamente calibrado con soluciones estandar.(7)

2.4.10. Microelementos.

El fierro, cobre, zinc y manganeso; fueron determinados por el método de Walsh, L.M. 1971; se empleó una solución extractora que contiene una mezcla de ácido clorhídrico 1.0 N y ácido sulfúrico 1.0 N en proporción 2:1; la cuantificación fué a través del método de fotometría de absorción atómica, con el espectrofotómetro Pye Unicam LD SP9, en el laboratorio de Servicio de la Universidad Autónoma de Chapingo.

El aluminio; se determinó por el método del aluminón (ácido aurín-tritearboílico) que forma un quelato con el aluminio y se cuantifica con un fotocolorímetro a 520 m μ . (7)

2.5. ANALISIS ESTADISTICO.

Se utilizó el modelo completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, aplicandose la prueba de separación de medias DSH (Diferencia Significativa Honesta). Así como también se obtuvo la correlación a partir de las dosis de composta (Variable independiente) y de los valores promedio de las tres repeticiones para cada parámetro (Variable dependiente). Los testigos, los cuales también se realizaron por triplicado no se incluyeron dentro del análisis estadístico.

III RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. En los cuadros del 2 al 8 se presentan los resultados de los análisis físicos de los testigos y los tratamientos así como los análisis estadísticos que se discuten a continuación.

3.1.1. Resistencia de estructura.

El suelo de la FES-C debido a su contenido de arcillas 36(%) (cuadro 2), mantiene una alta cohesión entre sus partículas-ya que los terrones se mantuvieron estables hasta una presión promedio de 86.61 Kg/cm^2 (cuadro 2); por su parte en la composta (cuadro 2), existe una carencia de estabilidad en su estructura al ser de 0 Kg/cm^2 su resistencia.

Entre los tratamientos existen efectos marcados (cuadro 5), no notándose una disminución drástica de la resistencia con el aumento de la dosis de composta. Desde la dosis de 10 Ton/Ha la resistencia de estructura baja de los 86.61 Kg/cm^2 , que presentaba el suelo solo, a 20.83 Kg/cm^2 , son iguales estadísticamente los tratamientos de 10 y 20 Ton/Ha con 20.83 Kg/cm^2 y 18.45 Kg/cm^2 ; así mismo muestran igualdad en su efecto los tratamientos de 40 Ton/Ha con resistencia de estructura de 13.69 Kg/cm^2 ; y el tratamiento de 60 Ton/Ha con 12.50 Kg/cm^2 ; y por último el tratamiento de 80 Ton/Ha pierde estabilidad de sus agregados al resistir solo 3.21 Kg/cm^2 . (cuadro 6).

La correlación entre dosis de composta y resistencia de estructura es negativa y altamente significativa con un (r) de -0.67 (cuadro 8).

3.1.2. Textura.

Cuadro número 2.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS DE LOS TESTIGOS COMPOSTA Y SUELO, INCUBADOS Y SIN INCUBAR.

DETERMINACION	COMPOSTA SIN INCUBAR			COMPOSTA INCUBADA		
	%ARCILLA	%LIMO	%ARENA	%ARCILLA	%LIMO	%ARENA
TEXTURA Franco arenosa	10	30.6	59.3	9.6	30	60.3
RESISTENCIA DE LA ES- TRUCTURA Kg/cm ²		0			0	
DENSIDAD REAL g/cm ³		1.54			1.44	
DENSIDAD APARENTE g/cm ³		0.41			0.52	
POROSIDAD (%)		0.72			0.63	
C.C. 0.3 ATMS (%)		56.09			47.37	
P.M.P. 15 ATMS (%)		29.36			27.69	
SOLIDOS MINERALES (%)		50.00			50.00	

DETERMINACION	SUELO SIN INCUBAR			SUELO INCUBADO		
	%ARCILLA	%LIMO	%ARENA	%ARCILLA	%LIMO	%ARENA
TEXTURA Franco arcillosa	35.3	29.3	35.3	36.00	28.6	35.3
RESISTENCIA DE LA ES- TRUCTURA Kg/cm ²		486.66			86.61	
DENSIDAD REAL g/cm ³		2.34			2.27	
DENSIDAD APARENTE g/cm ³		1.15			1.10	
POROSIDAD (%)		50.00			50.66	
C.C. 0.3 ATMS (%)		36.21			36.17	
P.M.P. 15 ATMS (%)		18.76			18.48	

La composta sola incubada al igual que la composta sola sin incubar presentan (%) Arcilla 10, (%) Limo 30, (%) Arena 60 denominandose como textura Franco arenosa (cuadro 2).

La fracción arenosa está dada en la composta por diversos materiales como son: vidrio, metales y plásticos entre otros. Las aplicaciones de ésta en los tratamientos no produjo efectos en la textura, quedando el suelo como Franco arcilloso - (cuadro 2), los tratamientos son iguales a los suelos originales.

3.1.3. Densidad real.

En la composta sola no incubada se encontró una densidad real de 1.54 gr/cm^3 (cuadro 2), que difiere ligeramente de la composta sola incubada que tiene un valor de 1.44 gr/cm^3 .

En el suelo solo sin incubar la densidad fue de 2.34 gr/cm^3 y en el suelo solo incubado la densidad fue de 2.27 gr/cm^3 .

Se presenta una ligera baja en la densidad real para las muestras de suelo y composta incubadas, esto se podría deber a la degradación de algunas sustancias orgánicas o minerales que constituyen las partículas sólidas, durante el proceso de incubación al actuar sobre ellas la temperatura, humedad y ácidos orgánicos.

Los distitntos tratamientos no tubieron diferencia estadfstica significativa en su efecto, ni se encontró correlación. (cuadros 6 y 8).

3.1.4. Densidad aparente.

La composta sola tiene una densidad aparente de 0.52 y 0.41

Cuadro número 3.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE TEXTURA POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	TEXTURA	%	%	%
			Arcilla	Arena	Limo
+ 0/TON/HA	1.1	Franco arcillosa	40	24	36
+ 0/TON/HA	1.2	Franco arcillosa	30	36	34
+ 0/TON/HA	1.3	Franco arcillosa	38	26	36
+10/TON/HA	2.1	Franco arcillosa	30	36	34
+10/TON/HA	2.2	Franco arcillosa	30	36	34
+10/TON/HA	2.3	Franco arcillosa	32	32	36
+20/TON/HA	3.1	Franco arcillosa	32	30	38
+20/TON/HA	3.2	Franco arcillosa	36	30	34
+20/TON/HA	3.3	Franco arcillosa	34	28	38
+40/TON/HA	4.1	Franco arcillosa	40	24	36
+40/TON/HA	4.2	Franco arcillosa	38	26	36
+40/TON/HA	4.3	Franco arcillosa	38	26	36
+60/TON/HA	5.1	Franco arcillosa	30	38	32
+60/TON/HA	5.2	Franco arcillosa	36	32	32
+60/TON/HA	5.3	Franco arcillosa	34	36	30
+80/TON/HA	6.1	Franco arcillosa	36	40	24
+80/TON/HA	6.2	Franco arcillosa	34	40	26
+80/TON/HA	6.3	Franco arcillosa	34	40	26
+Composta 100%	7.1	Franco arenosa	10	30	60
+Composta 100%	7.2	Franco arenosa	9	28	63
+Composta 100%	7.3	Franco arenosa	10	32	58
Suelo 100%	8.1	Franco arcillosa	30	36	34
Suelo 100%	8.2	Franco arcillosa	36	26	38
Suelo 100%	8.3	Franco arcillosa	40	26	34
Composta 100%	9.1	Franco arenosa	10	28	62
Composta 100%	9.2	Franco arenosa	10	30	60
Composta 100%	9.3	Franco arenosa	10	34	56

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

gr/cm³ para las muestras incubadas y sin incubar respectivamente (cuadro 2).

En los suelos analizados la densidad aparente es de 1.10 gr/cm³ en el suelo incubado y 1.15 gr/cm³ en el suelo sin incubar (cuadro 2), en este caso el efecto de compactación durante la incubación fue menor; se encontró efecto del tratamiento, disminuyéndose la densidad aparente con el aumento de la dosis de composta (cuadro 4), agrupándose los tratamientos 0, 10 y 20 Ton/Ha como los más elevados, con densidades aparentes en el siguiente orden de 1.10, 1.10 y 1.12 gr/cm³; el tratamiento de 40 Ton/Ha fué intermedio con 0.99 gr/cm³, con la menor densidad aparente están los tratamientos de 60 y 80 Ton/Ha y densidades de 0.84 y 0.81 gr/cm³ (cuadro 6).

El descenso progresivo de la densidad aparente con relación al incremento de la dosis de composta marcó una alta correlación negativa, del 99.9 (%) de significancia (cuadro 8), esto es porque la composta tuvo en el suelo un efecto dispersante de las partículas arcillosas compensando sus características de adhesividad y plasticidad altas.

3.1.5. Porcentaje de porosidad.

Un gran porcentaje de porosidad total tiene la composta, que va de 72 (%) en la composta sin incubar a 63 (%) en la composta incubada (cuadro 2). Este descenso en el (%) de porosidad se debe al reacomodo y degradación de los materiales presentes en la composta durante la incubación.

En el suelo solo sin incubar y en el incubado, el (%) de poro

Cuadro número 4.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE DENSIDAD Y POROSIDAD POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES

TRATAMIENTO	REPETICION	DENSIDAD (g/cm ³)		POROSIDAD(%)
		REAL	APARENTE	
+ 0/TON/HA	1.1	2.28	1.12	50
+ 0/TON/HA	1.2	2.27	1.10	51
+ 0/TON/HA	1.3	2.25	1.10	51
+10/TON/HA	2.1	2.34	1.10	53
+10/TON/HA	2.2	2.35	1.10	53
+10/TON/HA	2.3	2.33	1.12	51
+20/TON/HA	3.1	2.32	1.10	52
+20/TON/HA	3.2	2.37	1.17	50
+20/TON/HA	3.3	2.37	1.10	53
+40/TON/HA	4.1	2.27	0.99	56
+40/TON/HA	4.2	2.37	1.00	57
+40/TON/HA	4.3	2.26	1.00	55
+60/TON/HA	5.1	2.34	0.85	63
+60/TON/HA	5.2	2.31	0.85	63
+60/TON/HA	5.3	2.35	0.83	64
+80/TON/HA	6.1	2.34	0.80	65
+80/TON/HA	6.2	2.34	0.82	64
+80/TON/HA	6.3	2.32	0.82	64
+Composta 100%	7.1	1.39	0.55	60
+Composta 100%	7.2	1.49	0.53	64
+Composta 100%	7.3	1.45	0.50	65
Suelo 100%	8.1	2.33	1.15	50
Suelo 100%	8.2	2.35	1.16	50
Suelo 100%	8.3	2.35	1.16	50
Composta 100%	9.1	1.56	0.43	72
Composta 100%	9.2	1.51	0.40	73
Composta 100%	9.3	1.55	0.41	73

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

Cuadro número 5.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE RESISTENCIA, C.C. Y P.M.P. POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES

TRATAMIENTO	REPETICION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	C.C. (%)*	P.M.P. (%)*
+ 0/TON/HA	1.1	86.61	36.02	18.70
+ 0/TON/HA	1.2	87.51	36.84	18.04
+ 0/TON/HA	1.3	85.72	35.65	18.71
+10/TON/HA	2.1	19.64	36.76	18.30
+10/TON/HA	2.2	21.43	36.29	18.84
+10/TON/HA	2.3	21.43	37.50	18.84
+20/TON/HA	3.1	19.64	37.50	18.23
+20/TON/HA	3.2	17.86	36.42	18.79
+20/TON/HA	3.3	17.86	35.25	18.04
+40/TON/HA	4.1	12.50	38.77	18.01
+40/TON/HA	4.2	14.29	37.12	18.85
+40/TON/HA	4.3	14.29	38.87	19.51
+60/TON/HA	5.1	14.29	38.84	19.70
+60/TON/HA	5.2	12.50	40.93	20.32
+60/TON/HA	5.3	10.71	39.29	20.38
+80/TON/HA	6.1	8.93	38.16	19.44
+80/TON/HA	6.2	7.14	40.42	20.47
+80/TON/HA	6.3	7.14	40.43	20.23
+Composta 100%	7.1	0.00	47.92	26.50
+Composta 100%	7.2	0.00	47.50	28.37
+Composta 100%	7.3	0.00	46.70	28.20
Suelo 100%	8.1	87.51	38.50	19.25
Suelo 100%	8.2	85.72	35.66	18.75
Suelo 100%	8.3	87.51	34.48	18.30
Composta 100%	9.1	0.00	52.85	29.82
Composta 100%	9.2	0.00	58.96	29.16
Composta 100%	9.3	0.00	56.47	29.12

*LOS VALORES (%) INDICAN LA CANTIDAD DE AGUA QUE RETIENE EL SUELO.

+TRATAMIENTOS INCUBADOS

sidad total es de 50 y 50.66 (%) respectivamente (cuadro 2). Se encontró efecto de tratamiento, aumentándose el (%) de porosidad con el incremento de composta (cuadro 4), para las primeras tres dosis 0, 10 y 20 Ton/Ha el (%) de porosidad fue de 50.66, 52.33 y 51.66 (%), que se consideran de igualdad estadística. A otro nivel, con 56(%) de porosidad está el tratamiento de 40 Ton/Ha; los tratamientos de 60 y 80 Ton/Ha tienen porosidad respectiva de 63.33 (%) y 64.33 (%) que corresponden al nivel más alto en la separación de medias (cuadro 6) Hay correlación positiva del 99.9 (%) entre dosis de composta y (%) de porosidad. (cuadro 8).

En este parámetro la agrupación de medias y correlación resultan iguales e inversos a los obtenidos en la densidad aparente, esto resulta evidente si consideramos que el (%) de porosidad se obtiene de la ecuación.

$$(\%) \text{ de porosidad} = 100 \left(I - \frac{G_2}{G_1} \right)$$

En donde:

I = Densidad del agua.

G₂ = Densidad aparente.

G₁ = Densidad real.

100 = factor para obtener (%)

3.1.6. Porcentaje de retención de agua; capacidad de campo (C.C.) y punto de marchitez permanente (P.M.P.).

Se observa (cuadro 2) que el suelo solo sin incubar e incubado mantienen a 0.3 atms el mismo (%) de retención de agua con

36.21 y 36.17(%) a 15 atms también no se observa cambio en - los suelos incubados y sin incubar obteniendose 18.76 y 18.48 (%) respectivamente.

En la composta se observa (cuadro 2) que a 0.3 atms sin in cubar se retiene mayor porcentaje de agua con 56.09(%) y la composta incubada retiene 47.37 (%) de agua, siendo inferior la incubada que la sin incubar, a 15 atms se observa que la composta sin incubar y la composta incubada tienen similar porcentaje de retención de agua con 29.36 y 27.69 (%) respectivamente; En cuanto a los tratamientos se observa (cuadro 7) que la C.C. en los tres primeros tratamientos con 0,10 y 20 Ton/Ha, son estadísticamente iguales (cuadro 7) encontrándose el punto intermedio de los tratamientos a las 40 Ton/Ha ya que éste tratamiento es estadísticamente igual a los tratamientos altos que a los tratamientos bajos; se observa que los tratamientos más altos en cuanto a retención de agua son los de 60 y 80 Ton/Ha.

Por otra parte se obtuvo un coeficiente de correlación positiva al 99 (%) (cuadro 8), por lo que se deduce que la compos ta ejerce sobre los suelos un incremento en el (%) de retención de agua positivo y proporcional al incremento de la dosis de composta agregada.

3.2. ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS ASPECTOS QUIMICOS.

3.2.1. pH con agua y KCl.

La composta sola sin incubar tiene un pH de 7.9 y en la composta sola incubada el pH es de 7.8 (cuadro 10) estos valores

Cuadro número 6.

PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN RESISTENCIA, DENSIDAD Y POROSIDAD.

DOSIS TON/HA	RESISTENCIA			DENSIDAD REAL	
	Lbs/plg ²	Kgs/cm ²		(g/cm ³)	
0	485.00	86.61	a	2.27	a
10	116.66	20.83	b	2.34	a
20	103.33	18.45	b	2.35	a
40	76.66	13.69	c	2.30	a
60	70.00	12.50	c	2.33	a
80	43.33	3.21	d	2.33	a
DSH	17.99			0.0822	

DOSIS TON/HA	DENSIDAD APARENTE			POROSIDAD	
	(g / cm ³)			(%)	
0	1.10	a	50.66	c	
10	1.10	a	52.33	c	
20	1.12	a	51.66	c	
40	0.99	b	56.00	b	
60	0.84	c	63.33	a	
80	0.81	c	64.33	a	
DSH	0.05		2.6651		

Cuadro número 7.

PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN C.C. Y P.M.P.

DOSIS TON/HA	C.C. (%)*		P.M.P. (%)*	
0	36.17	b	18.48	b
10	36.85	b	18.66	b
20	36.05	b	18.35	b
40	38.25	ab	19.12	ab
60	39.68	a	20.13	a
80	39.67	a	20.04	a
DSH	2.52		1.08	

LOS VALORES EN (%) REPRESENTAN LA CANTIDAD DE AGUA QUE RETIENE EL SUELO

Cuadro número 8.

VALORES DE CORRELACION Y REGRESION EN LOS ASPECTOS FISICOS.

ANALISIS	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)	ECUACION DE LA REGRESION
RESISTENCIA	-0.67	$-3.65(X)+277.06$
DENSIDAD REAL	+0.30	$+2.95(X)+2.31$
DENSIDAD APARENTE	-0.95	$-4.29(X)+1.144$
POROSIDAD	+0.96	$+0.18(X)+49.74$
CAPACIDAD DE CAMPO	+0.93	$+0.05(X)+36.00$
PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE	+0.92	$+0.02(X)+18.30$

se interpretan como ligeramente alcalinos.

En el suelo de la FES-C se encontró un pH 7.1 en tratamientos sin incubar y 7.07 en el tratamiento incubado (cuadro 9) interpretandose estos valores como neutros, la diferencia entre los dos valores de pH tanto en la composta como en el suelo - es mínima lo cual nos da la idea de un alto grado de estabilidad en cuanto a su velocidad de descomposición.

Prácticamente no se encontró efecto de tratamiento ya que los valores oscilan entre 7.07 y 7.1 (cuadro 11 y 13) excepto en la dosis más alta en donde se observa un efecto alcalinizante con un pH de 7.73 en la dosis de 80 ton/Ha.

Se presentó una correlación positiva a un 95 (%) de significancia .(cuadro 22).

pH con KCl, el pH de la composta lo mismo que el del suelo no tuvieron variación al ser incubados, conservandose pH respectivos de 7.6 y 6.4 (cuadros 10 y 9) interpretandose como ligeramente ácidos y neutros.

La diferencia de efecto de tratamiento se dió con la aplicación de composta que elevó el pH original del suelo (cuadro 11). Sin embargo todas las aplicaciones en los rangos de 10 a 80 Ton/Ha tuvieron igualdad estadística, siendo el pH más - bajo de éstos tratamientos en la dosis de 40 Ton/Ha con un pH de 6.7 y el más alto el tratamiento con 20 Ton/Ha con pH de 6.90 (cuadro 13).

Aunque las dosis de composta elevaron ligeramente el pH del suelo no hubo correlación (cuadro 22).

Cuadro número 9.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS SUELOS TESTIGOS INCUBADOS Y SIN INCUBAR.

DETERMINACION	SUELO SIN INCUBAR	SUELO INCUBADO
pH H ₂ O	7.10	7.07
pH KCl	6.40	6.40
C. I. C. T. meq/100g	10.26	11.43
M. O. (%)	1.40	1.64
CARBONO (%)	0.81	0.93
HUMUS (%)	5.51	6.50
NITROGENO TOTAL (%)	0.21	0.166
NITRATOS (x)	0.00151	7.7×10^{-4}
AMONIO (%)	0.026	0.016
FOSFORO Kg/HA	18.66	18.62
POTASIO Kg/HA	341.00	350.00
CALCIO Kg/HA	1691.66	1633.33
MAGNESIO Kg/HA	770.00	630.00
SODIO Kg/HA	87.50	225.00
AZUFRE Kg/HA	5.04	9.12
MANGANESO ppm	1.95	1.65
ZINC ppm	0.56	0.48
COBRE ppm	0.00	0.00
FIERRO ppm	1.35	0.80
ALUMINIO (%)	0.00	0.00

Cuadro número 10.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS TESTIGOS EN COMPOSTA INCUBADA Y SIN INCUBAR.

DETERMINACION	COMPOSTA SIN INCUBAR	COMPOSTA INCUBADA
pH H ₂ O	7.90	7.80
pH KCl	7.60	7.60
C.I.C.T. meq/100g	14.66	20.00
M.O. (%)	9.95	9.73
CARBONO (%)	5.79	5.66
HUMUS (%)	59.03	64.86
NITROGENO TOTAL (%)	0.29	0.23
NITRATOS (%)	0.0032	0.0025
AMONIO (%)	0.42	0.035
FOSFORO Kg/TON	0.014	0.016
POTASIO Kg/TON	0.786	0.8233
CALCIO Kg/TON	0.886	0.910
MAGNESIO Kg/TON	0.406	0.46
SODIO Kg/TON	0.6749	0.68
AZUFRE Kg/TON	0.0042	0.041
MANGANESO ppm	1.20	1.30
ZINC ppm	0.70	0.96
COBRE ppm	0.40	0.70
FIERRO ppm	0.93	1.70
ALUMINIO (%)	0.94	1.09

3.2.2. C.I.C.T.

La capacidad de intercambio cationico total, con la incubación sufrió variación la composta sola respecto al testigo sin incubar (cuadro 10), pasando de 14.66 a 20.00 meq/100gr de composta; los valores son considerados como bajos. Por su parte el suelo con la incubación también varió su C.I.C.T. de 10.26 a 11.43 meq/100 gr de suelo (cuadro 9) estos valores son también bajos. Esto nos indica el proceso normal que ocurre en los suelos al someterse a efectos intemperizantes como temperatura y humedad entre otros.

En la composta se aprecia con la incubación gran liberación de cationes, dado por un proceso de degradación y mineralización de los materiales orgánicos principalmente.

El efecto dado por los tratamientos se observa claramente (cuadro 13) en las dosis de 60 y 80 Ton/Ha, con C.I.C.T. de 15.86 y 16.80 meq/100 gr. Los tratamientos 0, 10, 20 y 40 Ton/Ha no mostraron diferencia entre ellos, con C.I.C.T. respectivamente 11.43, 11.20, 12.60 y 12.60 meq/100 gr.

La alta significancia de correlación positiva (cuadro 22) nos indica el efecto que tiene la composta sobre los suelos de la FES-C elevándose su C.I.C.T al elevar la dosis.

3.2.3. Materia orgánica.

Se encontró gran contenido de materiales orgánicos en la composta, del orden del 9.95 (%) en el análisis sin incubar, y 9.73 (%) para la composta incubada. En los suelos solos el contenido de M.O fue de 1.40 y 1.64 (%) antes y después de ser

Cuadro número 11.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE pH y C.I.C.T. POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	pH H ₂ O	pH KCl	C.I.C.T. meq/100g
		1:2.5	1:2.5	
+ 0/TON/HA	1.1	7.0	6.4	11.2
+ 0/TON/HA	1.2	7.0	6.5	11.2
+ 0/TON/HA	1.3	7.2	6.3	11.9
+10/TON/HA	2.1	7.0	6.7	11.2
+10/TON/HA	2.2	7.2	6.7	11.2
+10/TON/HA	2.3	7.1	6.7	11.2
+20/TON/HA	3.1	7.0	6.9	13.3
+20/TON/HA	3.2	7.0	6.9	13.2
+20/TON/HA	3.3	7.2	6.6	11.2
+40/TON/HA	4.1	7.2	6.7	12.6
+40/TON/HA	4.2	7.2	6.7	12.6
+40/TON/HA	4.3	7.1	6.6	12.6
+60/TON/HA	5.1	7.1	6.8	15.4
+60/TON/HA	5.2	7.1	6.8	16.1
+60/TON/HA	5.3	7.1	6.9	16.1
+80/TON/HA	6.1	7.9	6.7	16.8
+80/TON/HA	6.2	7.8	6.9	16.8
+80/TON/HA	6.3	7.5	6.9	16.8
+Composta 100%	7.1	7.9	7.6	18.0
+Composta 100%	7.2	7.8	7.6	22.0
+Composta 100%	7.3	7.8	7.6	20.0
Suelo 100%	8.1	7.2	6.3	10.5
Suelo 100%	8.2	7.0	6.5	10.3
Suelo 100%	8.3	7.1	6.4	10.0
Composta 100%	9.1	8.0	7.7	14.0
Composta 100%	9.2	7.9	7.4	14.0
Composta 100%	9.3	8.0	7.7	16.0

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

incubados. Fué evidente la aportación de M.O de la composta al suelo, habiendo diferencia entre efecto de tratamiento (cuadro 13), agrupándose en el mismo nivel y más bajo los tratamientos 0, 10 y 20 Ton/Ha con 1.64, 1.71 y 1.75 (%) de M.O - (cuadro 13). En las dosis de 40 Ton/Ha junto con la de 60 Ton/Ha en otro nivel elevaron la M.O a 3.11 y 3.65 (%); así mismo el tratamiento de 60 Ton/Ha tuvo igualdad estadística con el tratamiento de 80 Ton/Ha que incremento la M.O a 4.36 (%); se encontró alta significancia en la correlación a un 99.9(%) de confiabilidad (cuadro 22).

3.2.4. Carbono y humus.

La composta sin incubar tiene un (%) de carbono de 5.79 y la composta incubada 5.66 (%) (cuadro 10); el suelo solo tiene 0.81 y 0.91 (%) de carbono en los tratamientos sin incubar e incubados (cuadro 9), el porcentaje de carbono en los tratamientos subió hasta 2.52 (%) para la dosis de 80 Ton/Ha (cuadro 13), en cuanto al porcentaje de humus, éste se encuentra en gran cantidad en la composta que aún se eleva de 59.03 (%) a un 64.86 (%) con la incubación es evidente que con ésta - continua la descomposición de la M.O. degradandose hasta su estabilidad como humus.

En el suelo analizado se encuentra el mismo efecto al aumentar el (%) de humus con la incubación pasando de 5.51 (%) a 6.50 (%).

El carbono y el humus mantienen tendencias similares en el análisis estadístico con el análisis de la M.O (cuadro 13) ya que se presentó la misma distribución en la separación de me

Cuadro número 12.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE MATERIA ORGANICA, CARBONO Y HUMUS POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	%MATERIA ORGANICA	%CARBONO	%HUMUS
+ 0/TON/HA	1.1	1.57	0.91	6.60
+ 0/TON/HA	1.2	1.57	0.91	6.60
+ 0/TON/HA	1.3	1.79	1.04	6.30
+10/TON/HA	2.1	1.57	0.91	7.00
+10/TON/HA	2.2	1.79	1.04	6.60
+10/TON/HA	2.3	1.79	1.04	7.00
+20/TON/HA	3.1	1.69	0.98	7.30
+20/TON/HA	3.2	1.79	1.04	7.30
+20/TON/HA	3.3	1.79	1.04	7.00
+40/TON/HA	4.1	2.80	1.63	8.00
+40/TON/HA	4.2	3.70	2.15	8.30
+40/TON/HA	4.3	2.80	1.63	7.70
+60/TON/HA	5.1	3.92	2.28	9.00
+60/TON/HA	5.2	3.13	1.82	10.00
+60/TON/HA	5.3	3.92	2.28	10.60
+80/TON/HA	6.1	3.92	2.29	12.30
+80/TON/HA	6.2	5.07	2.95	13.00
+80/TON/HA	6.3	4.11	2.34	10.00
+Composta 100%	7.1	10.08	5.86	65.00
+Composta 100%	7.2	8.40	4.88	66.30
+Composta 100%	7.3	10.73	6.24	63.30
Suelo 100%	8.1	1.37	0.80	5.55
Suelo 100%	8.2	1.46	0.85	5.50
Suelo 100%	8.3	1.37	0.80	5.50
Composta 100%	9.1	9.96	5.79	51.33
Composta 100%	9.2	9.95	5.79	64.00
Composta 100%	9.3	9.95	5.79	61.76

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

Cuadro número 13.

PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN ANALISIS QUIMICOS DE pH H₂O, pH KCl, C.I.C.T., M.O., CARBONO Y HUMUS.

DOSIS

TON/HA	pH H ₂ O		pH KCl		C.I.C.T. meq/100g	
0	7.07	b	6.40	b	11.43	b
10	7.10	b	6.70	a	11.20	b
20	7.07	b	6.90	a	12.60	b
40	7.17	b	6.67	a	12.60	b
60	7.10	b	6.83	a	15.86	a
80	7.73	a	6.83	a	16.80	a
DSH	0.322		0.274		1.500	

DOSIS

TON/HA	MATERIA ORGANICA (%)		CARBONO (%)		HUMUS (%)	
0	1.64	c	0.93	c	6.50	c
10	1.71	c	0.99	c	6.86	c
20	1.75	c	1.02	c	7.20	c
40	3.11	b	1.80	b	7.96	b
60	3.65	ab	2.12	ab	9.86	ab
80	4.36	a	2.52	a	11.76	a
DSH	1.062		0.6431		2.050	

días y también una alta correlación positiva al 99.9% de - significancia (cuadro 22).

La relación C:N se analiza después de revisar los resultados de nitrógeno.

3.2.5. Nitrógeno total.

La cantidad de nitrógeno total en la composta sin incubar fue de 0.29 (%) y en la composta incubada fue de 0.23 (%) (cuadro 10). en el suelo solo, sin incubar, tiene 0.21 (‰) de nitrógeno total y el incubado 0.16 (%). La disminución del contenido de nitrógeno se podría explicar por la volatilización de - formas amoniacales.

Se encontró efecto de tratamientos, siendo los intermedios las dosis de 40 y 60 Ton/Ha, con porcentajes de nitrógeno de 0.176 y 0.18 (%); estos no tuvieron diferencia con los tratamientos 0,10 y 20 Ton/Ha ni con el tratamiento de 80 Ton/Ha que elevó al nivel de nitrógeno total hasta 0.193 (%) (cuadro 17).

Se encontró alta correlación positiva a un 99.9 (%) de confiabilidad. (cuadro 22).

3.2.6. Nitratos.

La determinación de nitratos en la composta sola sin incubar fue de 0.003(%) y en la composta incubada de 0.0025(%) (cuadro 10) .

El suelo tiene 0.00151(%) en el tratamiento sin incubar y 7×10^{-4} (%) en el tratamiento incubado (cuadro 9) lo cual se puede deber a un efecto de desnitrificación durante la incuba-ción. Se encontró efecto de tratamiento (cuadro 17), quedando

como extremos las dosis de 10 y 20 Ton/Ha con 7.7×10^{-4} y 7.066×10^{-4} (%), la dosis de 80 TON/HA con 2.016×10^{-3} (%) de nitratos. En las dosis de 40 y 60 Ton/Ha fueron intermedias con 1.29×10^{-3} y 1.26×10^{-3} (%) respectivamente. La correlación fue altamente significativa con (r) de 0.94 (cuadro 22).

3.2.7. Amonio.

Se observó una baja de la composta sin incubar a la composta incubada de 0.42 (%) a 0.35 (%); en el suelo solo se observó un decremento de 0.026 (%) a 0.016 (%) con la incubación (cuadro 9 y 10).

Los diferentes tratamientos mostraron diferencia en su efecto estando como intermedios el tratamiento de 20 y 40 Ton/Ha, ambos con 0.018 % de amonio; los tratamientos bajos fueron los de 0 y 10 Ton/Ha con 0.016 y 0.017 (%), en el otro extremo la mayor cantidad de amonio se encontró en los tratamientos de 60 y 80 Ton/Ha con 0.019 (%) y 0.020 (%) respectivamente .

Se encontro alta correlación positiva a un 99.9 (%) de significancia (cuadro 22). En general las concentraciones de amonio son mayores que las de nitratos, lo cual nos podría indicar que las condiciones favorecen la amonificación. y no la nitrificación

3.2.8 Relación C/N.

Se observó una relación C/N baja en los tratamientos de 0,10 y 20 Ton/Ha (cuadro 15) ésto es que se encuentra alto conte-

Cuadro número 14.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE NITROGENO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	NITROGENO TOTAL (%)	NITRATOS (%)	AMONIO (%)
+ 0/TON/HA	1.1	0.16	0.00087	0.014
+ 0/TON/HA	1.2	0.17	0.00068	0.017
+ 0/TON/HA	1.3	0.17	0.00076	0.017
+10/TON/HA	2.1	0.17	0.00072	0.017
+10/TON/HA	2.2	0.16	0.00072	0.018
+10/TON/HA	2.3	0.17	0.00068	0.018
+20/TON/HA	3.1	0.17	0.00084	0.018
+20/TON/HA	3.2	0.17	0.00084	0.018
+20/TON/HA	3.3	0.18	0.00108	0.018
+40/TON/HA	4.1	0.17	0.00140	0.019
+40/TON/HA	4.2	0.18	0.00140	0.018
+40/TON/HA	4.3	0.18	0.00108	0.019
+60/TON/HA	5.1	0.18	0.00108	0.019
+60/TON/HA	5.2	0.18	0.00136	0.019
+60/TON/HA	5.3	0.18	0.00136	0.019
+80/TON/HA	6.1	0.18	0.00221	0.020
+80/TON/HA	6.2	0.20	0.00192	0.020
+80/TON/HA	6.3	0.20	0.00192	0.020
+Composta 100%	7.1	0.25	0.00256	0.036
+Composta 100%	7.2	0.25	0.00240	0.037
+Composta 100%	7.3	0.21	0.00268	0.034
Suelo 100%	8.1	0.19	0.00148	0.022
Suelo 100%	8.2	0.27	0.00141	0.029
Suelo 100%	8.3	0.18	0.00164	0.029
Composta 100%	9.1	0.29	0.00320	0.047
Composta 100%	9.2	0.29	0.00341	0.040
Composta 100%	9.3	0.29	0.00320	0.040

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

nido de nitrógeno en el medio; en los tratamientos de 40,60, y 80 Ton/Ha se observa que la relación C/N tendió a aumentar favorablemente cerca a 10:1.

El suelo solo, tiene una relación C/N baja que permite también una buena cantidad de nitrógeno en el medio.

En la composta sola se tiene una relación C/N de alrededor de 20:1 que se considera favorable para su mineralización aportando una buena cantidad de nitrógeno aprovechable para las plantas.

3.2.9. Fósforo.

En los tratamientos testigos para la composta se encontró 0.01 Kg/Ton de fósforo; con la incubación se elevó el contenido de fósforo aprovechable a 0.0167 Kg/Ton (cuadro 10).

En los suelos estos valores sin incubar e incubado, son de 18.66 y 18.62 Kg/Ha (cuadro 9).

Unicamente en la composta mediante la incubación se elevó la cantidad de fósforo aprovechable, lo que muestra un proceso de gradativo de la materia orgánica presente y la consecuente liberación de este elemento.

El efecto en los tratamientos se aprecia en el (cuadro 17) - donde el contenido de fósforo en el suelo se ve incrementado por efecto de la aplicación de composta en las dosis de 60 y 80 Ton/Ha con valores de 20.083 y 20.416 Kg/Ha de fósforo; las dosis de composta de 10,20 y 40 Ton/Ha se consideran intermedias con valores de 19.50, 19.41 y 19.66 Kg/Ha de fósforo, estas últimas no presentaron diferencia estadística con las dosis de 60 y 80 Ton/Ha ni con el tratamiento de 0 Ton/Ha que

Cuadro número 15.
RELACION CARBONO/NITROGENO.

TON/HA TRATAMIENTOS	N TOTAL (%)	C TOTAL (%)	RELACION C/N
0	0.166	0.93	5.60:1
10	0.166	0.99	5.90:1
20	0.173	1.02	5.80:1
40	0.176	1.80	10.20:1
60	0.180	2.12	11.77:1
80	0.193	2.52	13.05:1
+Composta 100%	0.23	5.66	24.61:1
Composta 100%	0.29	5.79	19.97:1
+Suelo 100%	0.16	0.93	5.60:1
Suelo 100%	0.21	0.81	3.85:1

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

muestra el valor menor de fósforo en los suelos con 18.62 Kg /Ha .

Una alta correlación positiva se encontró al orden del 99 (%) de significancia.(cuadro 22).

3.2.10 Calcio.

En los suelos sin incubar se encontraron 1691.66 Kg/Ha de calcio (cuadro 9) lo que se puede considerar como un contenido medio, al incubarse los suelos se produce un ligero desenso - en el contenido de calcio.de 3.4 (%); esto se podría explicar por el proceso de solubilización de los cationes del suelo al someterse a capacidad de campo durante el tiempo de la incubación.

La composta sin incubar contenia 0.886 Kg/Ton de calcio, la - cual se puede interpretar como media rica, aumentando en la - incubación a 0.9100 Kg/Ton (cuadro 10).

El aumento en la concentración de calcio intercambiable en la composta por efecto de la incubación se podría explicar por - una posible mineralización de los compuestos orgánicos ricos en calcio.

En cuanto a los tratamientos se observa (cuadro 21) que no - hay efecto de tratamiento en las dosis de 0,10,20 y 40 Ton/Ha y éstas son estadísticamente iguales (cuadro 21), mientras que las dosis de 60 y 80 Ton/Ha fuerón superiores a los tratamien - tos anteriores comportándose estadísticamente iguales.

El coeficiente de correlación fué positivo al 95 (%) de confi - abilidad (cuadro 22),por lo que se podría considerar que la - tendencia general de los suelos en cuanto al contenido de cal

Cuadro número 16.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE FOSFORO Y POTASIO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	P ₂ O ₅ Kg/HA	K ₂ O Kg/HA
+ 0/TON/HA	1.1	18.75	350
+ 0/TON/HA	1.2	19.25	350
+ 0/TON/HA	1.3	17.87	350
+10/TON/HA	2.1	19.75	350
+10/TON/HA	2.2	19 50	350
+10/TON/HA	2.3	19.25	350
+20/TON/HA	3.1	19.25	375
+20/TON/HA	3.2	19.25	350
+20/TON/HA	3.3	19.75	350
+40/TON/HA	4.1	19.50	350
+40/TON/HA	4.2	19.75	350
+40/TON/HA	4.3	19.75	350
+60/TON/HA	5.1	20.50	362
+60/TON/HA	5.2	19.25	375
+60/TON/HA	5.3	20.50	375
+80/TON/HA	6.1	20.50	375
+80/TON/HA	6.2	20.50	475
+80/TON/HA	6.3	20.25	437
+Composta 100%	*	7.1	0.008
+Composta 100%	*	7.2	0.018
+Composta 100%	*	7.3	0.014
Suelo 100%		8.1	18.75
Suelo 100%		8.2	19.25
Suelo 100%		8.3	18.00
Composta 100%	*	9.1	0.018
Composta 100%	*	9.2	0.018
Composta 100%	*	9.3	0.018

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

* Kg/TON

Cuadro número 17.

PRUEBAS DE MEDIAS DSH EN EL ANALISIS QUIMICO DE NITROGENO TOTAL, NITRATOS AMONIO, FOSFORO Y POTASIO.

DOSIS TON/HA	NITROGENO TOTAL (%)		NITRATOS (%)		AMONIO (%)	
0	0.166	b	7.7×10^{-4}	d	0.016	c
10	0.166	b	7.066×10^{-4}	d	0.017	c
20	0.173	b	9.2×10^{-4}	bcd	0.018	abc
40	0.176	ab	1.29×10^{-3}	b	0.018	abc
60	0.180	ab	1.26×10^{-3}	bc	0.019	ab
80	0.193	a	2.016×10^{-3}	a	0.020	a
DSH	0.0182		3.83175×10^{-4}		2.1439×10^{-3}	

DOSIS TON/HA	FOSFORO Kg/HA		POTASIO Kg/HA	
0	18.62	b	350.00	b
10	19.50	ab	350.00	b
20	19.41	ab	350.00	b
40	19.66	ab	350.00	b
60	20.083	a	370.00	b
80	20.416	a	416.33	a
DSH	1.2246		44.02	

cio es el de aumentar éste conforme se aumenta el contenido de composta a partir de las 60 Ton/Ha.

3.2.11. Magnesio.

El magnesio que se encontró en los suelos sin incubar fué de 770.00 Kg/Ha (cuadro 9) clasificándose como extra rico, con una variación al incubarse del 11 (%) de decremento con 630.00 Kg/Ha considerándose también como extra rico, la composta por su parte tanto incubada como sin incubar (cuadro 10) también se definió como extra rica, con una concentración para la composta sin incubar de 0.406.00 Kg/Ton y para la composta incubada de 0.460 Kg/Ton.

En cuanto a los tratamientos, se observa que los suelos en los cuatro primeros tratamientos se mantuvieron sin cambio significativo, posteriormente se da un incremento en los tratamientos de magnesio a las 60 y 80 Ton/Ha. (cuadro 21).

Se obtuvo un coeficiente de correlación positivo al 99.9(%) de significancia (cuadro 22), por lo que se observa una tendencia general de que a mayor dosis de composta mayor incremento de magnesio en el suelo a partir de las 60 Ton/Ha.

3.2.12. Potasio.

El potasio total en la composta se encuentra en cantidades de nominadas como extraricas con 0.8233 Kg/Ton y 0.786 Kg/Ton para la composta incubada y sin incubar respectivamente (cuadro 10). En los suelos el contenido de potasio intercambiable (cuadro 9) es de 341 Kg/Ha aumentando a 350 Kg/Ha después de la incubación, considerándose como suelos muy ricos en potasio.

Es muy conocido el efecto de liberación de potasio por humedecimiento y secado del suelo y además para mantener el equilibrio entre las diferentes formas de potasio en el suelo.

En cuanto a los tratamientos (cuadro 17) éstos resultaron estadísticamente iguales con 350 y 370 Kg/Ha para los tratamientos de 0,10,20,40 y 60 Ton/Ha dándose un aumento estadísticamente significativo solo hasta las 80 Ton/Ha en las cuales aumenta a 416.33 Kg/Ha . El coeficiente de correlación fue positivo al 95 (%) de confiabilidad. (cuadro 22) lo cual nos indica que hubo un efecto positivo de aumento de potasio disponible a medida que se incorporaba composta a los suelos.

3.2.13 . Sodio.

La composta tiene un contenido de sodio de 0.6749 Kg/Ton que se eleva en el tratamiento incubado a 0.68 Kg/Ton (cuadro 10) En el suelo en estudio la cantidad de sodio fue de 87.50 Kg/Ha, para las muestras no incubadas, y de 225 Kg/Ha para el suelo incubado (cuadro 9). El aumento en el contenido de sodio en el suelo incubado se debió a la solubilización del elemento. Para ser más claro en su análisis este parámetro se obtuvo el PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable) encontrándose que en la composta el PSI bajo de 20.093 a 12.83 con la incubación, éste descenso se debió a que otros cationes presentes en la composta fueron liberados con la incubación en mayor proporción que el sodio. El PSI del suelo analizado fué de 1.48, para el suelo sin incubar, y 3.42 para el suelo incubado, estos porcentajes se consideran bajos.

Se obtuvo efecto en los tratamientos elevandose la cantidad de sodio en el suelo a medida que se incrementó la dosis de composta (cuadro 21). Como tratamientos extremos tenemos al de 0 Ton/Ha de composta con 225 Kg/Ha de sodio, y el de 80 Ton/Ha con 324 Kg/Ha de sodio; los demás tratamientos pueden ubicarse como intermedios (cuadro 21).

Se obtuvo una alta correlación positiva al orden del 99 (%) - de significancia; aumentando en forma lineal el contenido de sodio en el suelo a medida que se eleva la dosis de composta, no obstante el PSI decrece senciblemente en las dosis de 60, y 80 Ton/Ha de composta, debido a que como se menciona con anterioridad la composta aumenta en mayor proporción que el sodio otros cationes como el calcio y el magnesio.

3.2.14. Azufre.

En los tratamientos testigos para composta la cantidad de azufre asciende de 0.004264 Kg/Ton a 0.0444 Kg/Ton por efecto de la incubación (cuadro 10). En los suelos solos sin tratar, la cantidad de azufre también asciende con la incubación de 5.04 a 9.12 Kg/Ha (cuadro 9). El incremento se debió posiblemente a la disolución de compuestos azufrados en los sustratos incubados de suelo y composta así como la incorporación de azufre disuelto en el agua de lluvia.

Los tratamientos presentaron diferencia en su efecto (cuadro 21) siendo de igualdad estadística los tratamientos de 0 y 10 Ton/Ha de composta añadida, con 9.12 y 10.87 Kg/Ha de azufre; el tratamiento con 20 Ton/Ha de composta se ubicó en el nivel -

Cuadro número 18.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CALCIO, MAGNESIO, SODIO Y AZUFRE POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	CALCIO Kg/HA	MAGNESIO Kg/HA	SODIO Kg/HA	AZUFRE Kg/HA
+ 0/TON/HA	1.1	1575	630	225	9.50
+ 0/TON/HA	1.2	1750	630	225	8.50
+ 0/TON/HA	1.3	1575	630	225	9.37
+10/TON/HA	2.1	1400	630	297	10.50
+10/TON/HA	2.2	1400	630	237	11.00
+10/TON/HA	2.3	1750	630	225	11.12
+20/TON/HA	3.1	1400	630	262	12.50
+20/TON/HA	3.2	1400	630	275	11.87
+20/TON/HA	3.1	1400	630	275	15.00
+40/TON/HA	4.1	1400	735	275	15.00
+40/TON/HA	4.2	1400	735	275	15.00
+40/TON/HA	4.3	1400	840	275	16.00
+60/TON/HA	5.1	1925	1050	275	14.00
+60/TON/HA	5.2	1925	1050	287	16.50
+60/TON/HA	5.3	1925	1050	275	16.00
+80/TON/HA	6.1	2100	1050	312	18.50
+80/TON/HA	6.2	2100	1155	312	20.00
+80/TON/HA	6.3	2100	1155	350	21.00
+Composta 100% *	7.1	0.91	0.46	0.68	0.0414
+Composta 100% *	7.2	0.91	0.46	0.68	0.0414
+Composta 100% *	7.3	0.91	0.46	0.68	0.0414
Suelo 100%	8.1	1575	840	87.50	5.62
Suelo 100%	8.2	1750	735	87.50	5.00
Suelo 100%	8.3	1750	735	87.50	4.50
Composta 100% *	9.1	0.91	0.42	0.65	0.004
Composta 100% *	9.2	0.91	0.38	0.70	0.0044
Composta 100% *	9.3	0.84	0.42	0.67	0.0044

+TRATAMIENTOS INCUBADOS

* Kg/TON

próximo superior con 13.12 Kg/Ha de azufre. De igualdad estadística son los tratamientos de 40 y 60 Ton/Ha con 15.33 y 15.50 Kg/Ha de azufre respectivamente, y por último, la cantidad mayor de azufre se encontró en la dosis de 80 Ton/Ha con 19.83 Kg/Ha del elemento (cuadro 21).

La correlación obtenida fué positiva con 99.9(%) de significancia (cuadro 22).

3.2.15. Manganeso.

No se presenta efecto de tratamiento, es decir se mantiene en igual cantidad en los suelos tratados al agregarles composta que al no agregarles, no presenta tampoco un coeficiente de correlación significativo (cuadro 22).

Sin embargo los suelos solos sin incubar, con 1.95 ppm, se pueden clasificar como bajos en su contenido y los incubados con un 1.65 también se clasifican como bajos, la composta por su parte se clasifica como baja con 1.30 y 1.20 ppm para la composta incubada y sin incubar respectivamente, los tratamientos también se denominan como bajos en contenido de manganeso con cantidades que van desde 1.60 a 1.70 ppm.(cuadro 19)

3.2.16. Zinc.

Este elemento presenta un coeficiente de correlación alto al 99 (%) negativo, esto es que a medida que aumenta el contenido de composta en los suelos el zinc disminuye (cuadro 22)

El suelo solo sin incubar presenta 0.56 ppm de zinc el cual se puede considerar como bajo y el incubado con 0.48 ppm también se puede considerar bajo, en la composta se observan va

Cuadro número 19.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE MANGANESO, ZINC Y COBRE POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	MANGANESO ppm	ZINC ppm	COBRE ppm
+ 0/TON/HA	1.1	1.65	0.48	0.00
+ 0/TON/HA	1.2	1.65	0.48	0.00
+ 0/TON/HA	1.3	1.65	0.48	0.00
+10/TON/HA	2.1	1.70	0.30	0.00
+10/TON/HA	2.2	1.70	0.30	0.00
+10/TON/HA	2.3	1.70	0.30	0.00
+20/TON/HA	3.1	1.60	0.26	0.00
+20/TON/HA	3.2	1.60	0.24	0.00
+20/TON/HA	3.3	1.60	0.26	0.00
+40/TON/HA	4.1	1.70	0.18	0.00
+40/TON/HA	4.2	1.70	0.18	0.00
+40/TON/HA	4.3	1.70	0.18	0.00
+60/TON/HA	5.1	1.60	0.10	0.00
+60/TON/HA	5.2	1.60	0.10	0.00
+60/TON/HA	5.3	1.60	0.12	0.00
+80/TON/HA	6.1	1.65	0.08	0.00
+80/TON/HA	6.2	1.65	0.08	0.00
+80/TON/HA	6.3	1.65	0.10	0.00
+Composta 100%	7.1	1.30	1.00	0.70
+Composta 100%	7.2	1.30	1.00	0.70
+Composta 100%	7.3	1.30	0.90	0.70
Suelo 100%	8.1	1.95	0.56	0.00
Suelo 100%	8.2	1.95	0.56	0.00
Suelo 100%	8.3	1.95	0.56	0.00
Composta 100%	9.1	1.20	0.70	0.40
Composta 100%	9.2	1.20	0.70	0.40
Composta 100%	9.3	1.20	0.70	0.40

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

lores de 0.70 y 0.96 ppm sin incubar e incubado respectivamente, los cuales se pueden considerar como bajos; en cuanto a los tratamientos, se observa que en la prueba de medias el primer tratamiento el de 0 Ton/Ha es superior a todos los demás (cuadro 21), posteriormente los tratamientos de 10, 20 y 40 - Ton/Ha van en orden de decremento con valores de 0.30 a 0.25 ppm, los tratamientos más bajos son el de 60 y 80 Ton/Ha, con 0.10 y 0.08 ppm; sin embargo, a pesar de que la prueba de medias indica diferencia entre tratamientos, todas las concentraciones se interpretan como bajas en contenido de zinc. (cuadro 19).

3.2.17. Fierro.

Se observó una disminución en la concentración de fierro en los suelos, sin incubar su contenido era medio de 1.35 ppm y al ser incubados de 0.80 ppm, considerandose como bajos (cuadro 9).

En la composta sin incubar se presentó un valor de 0.93 ppm- considerandose como bajo, y de 1.70 ppm o medio al incubarse (cuadro 10).

No se encontró efecto de tratamiento, sin embargo el coeficiente de correlación fue alto y negativo al 90 (%) (cuadro 22) por lo que la tendencia general de los tratamientos fué la de disminuir el contenido de fierro a medida que se aumentó la composta (cuadro 20).

3.2.18. Cobre.

Este elemento no se encontró en los tratamientos ni en los sue

los tanto incubados como sin incubar, aunque en la composta sin incubar se encontraron 0.40 ppm de cobre lo cual la clasifica como baja y la composta incubada presentó 0.70 ppm en promedio que también se clasifica como baja (cuadro 19).

3.2.19. Aluminio.

El aluminio no se encontró en los tratamientos ni en el análisis del suelo solo incubado y sin incubar, aunque se encontró en la composta sin incubar un 0.94 (%) de este elemento que se considera bajo, y en la composta incubada el (%) aumento a 1.09 (%) que se considera también bajo (cuadro 20).

En general, el bajo contenido de los microelementos en los tratamientos es debido a que como lo indica la literatura el humus al encontrarse en grandes cantidades reacciona con estos elementos formando quelatos y otros complejos orgánicos que tienden a atrapar a los microelementos haciendolos indisponibles para las plantas. Este podría ser un efecto limitante del uso de la composta, ya que crearía una deficiencia de microelementos para las plantas en los suelos abonados con ésta.

Cuadro número 20.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE FIERRO Y ALUMINIO POR TRATAMIENTO Y REPETICIONES.

TRATAMIENTO	REPETICION	FIERRO ppm	ALUMINIO (%)
+ 0/TON/HA	1.1	0.80	0.00
+ 0/TON/HA	1.2	0.80	0.00
+ 0/TON/HA	1.3	0.80	0.00
+10/TON/HA	2.1	1.00	0.00
+10/TON/HA	2.2	0.80	0.00
+10/TON/HA	2.3	0.80	0.00
+20/TON/HA	3.1	0.80	0.00
+20/TON/HA	3.2	1.00	0.00
+20/TON/HA	3.3	0.60	0.00
+40/TON/HA	4.1	0.60	0.00
+40/TON/HA	4.2	1.00	0.00
+40/TON/HA	4.3	0.60	0.00
+60/TON/HA	5.1	0.80	0.00
+60/TON/HA	5.2	0.80	0.00
+60/TON/HA	5.3	0.80	0.00
+80/TON/HA	6.1	0.60	0.00
+80/TON/HA	6.2	0.60	0.00
+80/TON/HA	6.3	0.60	0.00
+Composta 100%	7.1	1.70	1.00
+Composta 100%	7.2	1.70	1.18
+Composta 100%	7.3	1.70	1.09
Suelo 100%	8.1	1.35	0.00
Suelo 100%	8.2	1.35	0.00
Suelo 100%	8.3	1.35	0.00
Composta 100%	9.1	0.80	0.90
Composta 100%	9.2	1.00	0.97
Composta 100%	9.3	1.00	0.97

+TRATAMIENTOS INCUBADOS.

Cuadro número 21.

PRUEBAS DE MEDIAS EN ANALISIS QUIMICOS DE CALCIO, MAGNESIO, SODIO, AZUFRE Y ZINC.

DOSIS	CALCIO	MAGNESIO		SODIO		
TON/HA	Kg/HA		Kg/HA		Kg/HA	
0	1633.33	b	630.00	b	225.00	c
10	1516.76	b	630.00	b	253.00	bc
20	1400.00	b	630.00	b	270.00	bc
40	1400.00	b	770.00	b	275.00	abc
60	1925.00	a	1050.00	a	279.00	ab
80	2100.00	a	1120.00	a	324.00	a
DSH	252.94		135.25		50.98	

DOSIS	AZUFRE		ZINC	
TON/HA	Kg/HA		ppm	
0	9.12	d	0.48	a
10	10.87	d	0.30	b
20	13.12	c	0.27	c
40	15.33	b	0.18	d
60	15.50	b	0.10	e
80	19.83	a	0.08	e
DSH	2.91		0.022	

Cuadro número 22.

VALORES DE CORRELACION REGRESION DE LOS ASPECTOS QUIMICOS

ASPECTO ANALIZADO	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)	ECUACION DE LA REGRESION.
pH H ₂ O	+0.75	6.357(x)+6.98
pH KCl	+0.60	3.463(x)+6.60
C.I.C.T. meq/100g	+0.95	0.072(x)+10.86
MATERIA ORGANICA (%)	+0.98	0.037(x)+1.402
CARBONO (%)	+0.98	0.02(x)+0.8058
HUMUS (%)	+0.97	0.064(x)+6.0835
NITROGENO NOTAL (%)	+0.96	3.122(x)+0.165
NITRATOS (%)	+0.94	1.4835x10 ⁻⁵ (x)+6.43x10 ⁻⁴
AMONIO (%)	+0.96	.000042(x)+0.01677
FOSFORO Kg/HA	+0.93	0.01865(x)+18.9648
POTASIO Kg/HA	+0.84	0.7336(x)+338.71
CALCIO Kg/HA	+0.75	7.061(x)+14.1534
MAGNESIO Kg/HA	+0.96	7.00(x)+560
SODIO Kg/HA	+0.93	0.9852(x)+236.51
AZUFRE Kg/HA	+0.96	0.1197(x)+9.77
MANGANESO ppm	+0.21	3.15x10 ⁻⁴ (x)+1.66
ZINC ppm	-0.92	-4.4315(x)+0.386
FIERRO ppm	-0.79	-2.3157x10 ⁻⁰³ (x)+0.845
COBRE ppm	--	--
ALUMINIO (%)	--	--

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La composta de desechos urbanos produjo un cambio notorio favorable de las condiciones físicas de los suelos de uso agrícola de la FES-C, aumentando el porcentaje de porosidad total a partir de las 40 Ton/Ha, y disminuyendo la densidad aparente a las 40 Ton/Ha; con lo cual se facilita la aereación, la germinación y la penetración de las raíces; al aumentar la capacidad de retención de agua, también a las 40 Ton/Ha, se supone más disponibilidad de esta para las plantas; disminuyó la resistencia de los agregados a partir de las 10 Ton/Ha haciéndolos más friables y fáciles de laborear.

En cuanto a los efectos químicos que produjo en estos suelos se observa que se mantuvo el pH en un rango de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, siendo este rango de pH el óptimo para la disponibilidad de los elementos a las plantas. Se produce un aumento considerable en el contenido de M.O., carbono y humus, haciendo pasar a los suelos de medios a extra ricos a partir de las 40 Ton/Ha.

En cuanto a la C.I.C.T. esta se incrementó en los suelos, tendiéndose esto perfectamente porque se dio un aumento de los sitios de intercambio, conforme se aumentan las dosis de composta, haciéndolo más fértil a partir de las 60 Ton/Ha.

Tanto el nitrógeno total como el amonio y el nitrato se incrementaron conforme se aumentó la dosis de composta, entre las 20 y 40 Ton/Ha, sin embargo este aumento se mantiene por debajo del contenido de nitrógeno total y nitrógeno aprovechable

de los suelos sin incubar. El amonio se encuentra en mayor (%) que los nitratos por lo que se deduce que el nitrógeno aprovechable esta en proceso de amonificación.

La relación C/N se encontró en buenas condiciones es decir, los tratamientos se observan con buena disponibilidad de nitrógeno en el medio y se observó una tendencia a la estabilización de 10:1 conforme se aumentaba la composta.

En cuanto a los cationes intercambiables se observa lo siguiente: El calcio y el magnesio se incrementaron a la dosis de 60 Ton/Ha, el sodio a partir de las 10 Ton/Ha y el potasio no se incrementa sino hasta las 60 Ton/Ha.

El fósforo se incrementó en dos fases perfectamente diferenciadas, en la primera el incremento se observó en los tratamientos 10, 20 y 40 Ton/Ha y el segundo incremento en las dosis de 60 y 80 Ton/Ha.

El azufre también se incremento a medida que se aumentaron las cantidades de composta en los suelos tratados a partir de las 20 Ton/Ha.

En cuanto a los microelementos, se observó que el zinc y el fierro descendieron a medida que aumentó la dosis de composta desde las 10 Ton/Ha, el cobre y el aluminio no se encontraron en los análisis de los suelos tratados; estos efectos con los microelementos podría resultar problemático para las plantas ya que podría producirles deficiencias en éstos; y por último el manganeso no presentó efecto en los tratamientos ya que su concentración no cambió al aumentar la dosis de composta.

Se recomienda 1.-Seguir observando efectos de la composta de desechos urbanos en una mayor diversidad de suelos que nos permita obtener mayor confiabilidad en su utilización.

2.- Probar la composta de desechos urbanos en campo y promover en base a los resultados obtenidos, su utilización a nivel comercial.

3.-En general la dosis que mayores efectos químicos y físicos dió fue la de 40 Ton/Ha, dosis que recomendamos probar con plantas indicadoras que nos permitan observar su efecto fisiológico ya sea en deficiencias o exesos de nutrientes.

4.- Recomendamos realizar trabajos de contaminación por el uso de la composta de desechos urbanos, a nivel de campo e invernadero, con la utilización de plantas indicadoras y en cultivos comerciales.

V. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Acosta, V. F. 1979. Efecto de la Composta y la Fertilización nitrogenada en el rendimiento y desarrollo del pepino (Cucumis sativa). Tecnológico de Monterrey. Monterrey N.L. Tesis, 110 pags.
- 2.- Aguilera, H.N. y García, L.L. 1972. Ecología de los desperdicios. Boletín de Divulgación No. 12. Soc. Méx. de Hist. Nat. México. 43 pags.
- 3.- Allison, F.E. 1968. Soil aggregation. Some facts and fallacies as seen by a microbiologist. Soil Science - Vol. 106 No. 2 pp 136-143.
- 4.- Anderson, F.N. & G.A. Peterson. 1973. Effects of continuous corn manuring and fertilization on yield and protein content of the grain and on the soil nitrogen content. Agronomy Journal. Vol. 65 pp 697-700.
- 5.- Anderson, W. B. & W. D. Kemper. 1964. Corn growth as affected by aggregate stability, soil temperature and soil moisture. Agronomy Journal. Vol. 56 pp 453-456.
- 6.- Alvarez. A.C. y Cruz D.H.T. 1986. Utilización de desechos biodegradables. UNAM. Boletín. Coordinación de difusión cultural de la Dirección general de Extensión Académica, Ciudad Universitaria. 13 pags.
- 7.- Black, C.A. et al. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy (9). Amer. Soc. Agr. Wisconsin. USA.

- 8.- Brady, C.N. 1974. The Nature and Properties of Soil. Montaner y Simon, S.A. Barcelona. pp 567-573.
- 9.- Buckman. H.O. y Brady. N.C. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Reimpresión 1977. Barcelona España, Montaner y Simon, S.A. 590 pags.
- 10.- Camacho, P. J. C. 1981. Efecto de la inoculación de nueve cepas de Rhizobium japonicum y cuatro niveles de composta en cultivo de soya (Glycine max) en el campo agrícola experimental del ITESM. Tecnológico de Monterrey. Monterrey N.L. Tesis. 100-pags.
- 11.- Campos, R. J. 1982. La composta beneficia a las Hortalizas. Revista Tierra. Vol 37 No. 8 Mayo. México. pp 27-40.
- 12.- Charreau, C. 1983. Materia Orgánica y propiedades bioquímicas del suelo en la zona tropical árida del - Africa Occidental. FAO. Boletín de suelos N. 27. ROMA. pp 67-81.
- 13.- China. 1977. Reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. FAO. Boletín de suelos. N. 40, ROMA. pp 87-90.
- 14.- De la Teja, A. C. O. 1982. Guía para los análisis de suelos y su interpretación agronómica. En mimeógrafo. FES-C. UNAM México. 115 pags.
- 15.- De la Teja, A. C. O. 1983. Guía para diagnosticar deficiencias nutricionales en plantas de cultivo por

- Analisis foliar. En mimeógrafo. FES-C. UNAM. Méx.
- 16.- Figueroa, B. 1980. Experiencias con el uso de residuos orgánicos en la agricultura de México. FAO. Boletín de suelos. No. 27 . ROMA. 65-80 pp.
 - 17.- Foth, H.D. y Turk L.M. 1980. Fundamentos de la ciencia del suelo. quinta edición. México d.f., C.E.C.S.A. 527 pags.
 - 18.- Fromm, Z.R. A. 1974. Efecto de la aplicación de cinco niveles de composta sobre las características físicas del suelo y su influencia sobre las características agronómicas de la soya (Glycine max) bajo condiciones de invernadero. Tecnológico de Monterrey. Monterrey N.L. Tesis. 109 pags.
 - 19.- Galindo, S.F. & Rodríguez. 1976. The effect of organic manuring with urban waste on vegetables crop yields. Hort. Abst. Vol. 34 (2) 303 pags.
 - 20.- García, F. G. Fertilización Agrícola. segunda edición. Zaragoza España, AEDOS. 194 pags.
 - 21.- Guevara, L.J. A. 1979. Efectos comparativos entre dos fuentes de M.O. (Composta de desechos urbanos y estiércol) y determinación del mejor nivel de composta en el cultivo del melón. (Cucumis melo) var. Gusto 45 , bajo las condiciones de Apodaca. N.L. Tesis. Tecnológico de Monterrey. Monterrey N.L. - 120 pags.

- 22.- Hensler, R. F. et al. 1970. Effect of soil pH on application rate of dairy cattle manure on yield and recovery of twelve plant nutrients by corn. Agronomy Journal. Vol 62. pp 828-830.
- 23.- Jordan, C. F. B. 1968. Aprovechamiento de residuos urbanos para la fabricación de abono orgánico. Universidad San Carlos, Guatemala. 180 pags.
- 24.- Martin, J. P. et al. 1955. Soil aggregation. Advances in Agronomy. Vol 7 pp 1-37.
- 25.- Mayorga, R. M. J. 1979. Efecto del compost y nitrógeno sobre la producción de grano y demás características agronomicas en la variedad de maíz (Zea mays.) N.L.V.S-1 enano; durante el verano de 1978 en Apodaca, N.L. Tecnologico de Monterrey. Monterrey N.L. Tesis. 114 pags.
- 26.- Mc. Intosh, J. L. 1973. Accumulative effects of manure and nitrogen on continuous corn and clay soil. Chemical changes in soil. Agronomy Journal. Vol 65. pp 629-633.
- 27.- Millar, C.E. 1964. Fertilidad del suelo. Salvat Editores. Barcelona. pp 354-359.
- 28.- Monroy, H.O. 1980. Biotecnología de los desperdicios orgánicos AGT. S.A. México. 45 pags.
- 29.- Morachan, Y.B. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn yield and soil properties. Agronomy Journal. Vol. 64 pp 199-203.

- 30.- Ortiz V.B. y Ortiz. S.A.1980. Edafología. tercera edición, Chapingo México, Universidad Autónoma de Chapingo. 331 pags.
- 31.- Ortiz V.B. 1977. Fertilidad de suelos. Apuntes, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 210 pags.
- 32.- Parr, G.B. 1980. El compostaje de residuos orgánicos y la utilización del composte en la agricultura. FAO Boletín de suelos N° 51. ROMA. 300 pags.
- 33.- Pratt, P. F. 1973. Using organic wastes as nitrogen - fertilizers. California Agriculture. June. pp 10-13
- 34.- Primo, Y. E. y Carrasco, D.J.M. 1973. Química agrícola primera edición, Madrid, Alhambra S.A., 472 pags.
- 35.- Ramos, R.L.M. 1979. Evaluación de los efectos de seis dosis de compost sobre cuatro constantes físicas en cinco suelos diferentes. Universidad de Monterrey. Monterrey N.L. Tesis 100 pags.
- 36.- Rubio, C. O. R. 1985. Síntesis y evaluación de fertilizantes organo-minerales. Tesis. Chapingo. Méx. 123 pags.
- 37.- Rubio, M. D. 1974. Evaluación de residuos orgánicos estabilizados (Compost) obtenidos del basurero de Monterrey N.L. desde el punto de vista de su utilización agrícola. Tesis. Monterrey N.L. 98 pags.
- 38.- Stickelberger, D. 1983. Estudio sobre la fabricación - de composta con desperdicios urbanos. FAO. Boletín de suelos. No. 27. ROMA. 79 pags.

- 39.- Talmach, F. S. 1978. The effect of fertilizers on cucumber yield in Northern Moldavia. Hort Abstr. Vol. 48(1) 46.
- 40.- Thamhane, R.V. Y Motiramani. D.P. 1979. Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales. Diana. México 483 pags.
- 41.- Thompson, M. L. 1980. El suelo y su fertilidad. Reverté S.A. México. 649 pags.
- 42.- Tietjen, C. 1983. Principales problemas que plantea la utilización de los desperdicios urbanos para la producción agrícola y la conservación de suelos. FAO. Boletín de suelos No. 27, Roma. 127 pags.
- 43.- Tisdale, N. 1984. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. primera edición en español. México D.F. UTEHA-S.A. de C.V. 760 pags.
- 44.- Vlamis, J. 1972. Utilization of municipal organic wastes. California Agriculture. July. pp 7-9.
- 45.- Williams, W.A. 1966. Management of nonlegumes green manures and crop residues to improve the infiltration rate of an irrigated soil. Science Society American Proceeding Vol. 30. pp 631- 634.

VI ANEXOS

ANEXO 6.1

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS FISICOS.RESISTENCIA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	Frequerida 5%	1%
Total	17	416512.49				
tratamiento	5	415995.83	83199.16	1932.61	3.11	5.06
Error	12	516.66				

DENSIDAD REAL

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	1%
Total	17	0.0261				
tratamiento	5	0.0152	0.0031	3.40	3.11	5.06
Error	12	0.0107	8.9907			

DENSIDAD APARENTE

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	Frequerida 5%	1%
Total	17	17.2382				
tratamiento	5	17.2338	3.4467	9400.26	3.11	5.06
Error	12	0.0044	3.6×10^{-4}			

VI ANEXO

ANEXO 6.2

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS FISICOSRETENCION DE AGUA 0.3 ATMS

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	51.81				
tratamiento	5	41.57	8.31	9.78	3.11	5.06
Error	12	10.24	0.85			

POROSIDAD

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
←Total	17	560.2777				
tratamiento	5	548.9444	109.7888	116.2471	3.11	5.06
Error	12	11.3333	0.9444			

VI ANEXOS

ANEXO 6.3

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOSpH con AGUA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	1.1894				
tratamiento	5	1.023	0.2046	14.826	3.11	5.06
Error	12	0.166	0.0138			

pH con KCl

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	0.53				
tratamiento	5	0.41	0.082	8.2	3.11	5.06
Error	12	0.12	0.01			

C.I.C.T.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	86.485				
tratamiento	5	82.8917	16.5783	55.36	3.11	5.06
Error	12	3.5933	0.2944			

VI ANEXOS

ANEXO 6.4

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOS

MATERIA ORGANICA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	Frequerida 5%	1%
Total ,	17	22.27				
tratamiento	5	20.47	4.09	27.26	3.11	5.06
Error	12	1.80	0.15			

% DE CARBONO.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	1%
Total	17	7.49				
tratamiento	5	6.82	1.364	24.5458	3.11	5.06
Error	12	0.6667	0.055			

% DE HUMUS

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	1%
Total	17	69.90				
tratamiento	5	63.19	12.63	22.55	3.11	5.06
Error	12	6.71	0.56			

VI ANEXOS

ANEXO 6.5

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOS

FOSFORO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	8.094711				
tratamiento	5	5.701776	1.14035552	5.7	3.11	5.06
Error	12	2.3929334	0.199411116			

POTASIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	13237.77				
tratamiento	5	10145.77	2029.1556	7.88	3.11	5.06
Error	12	392.00	257.666			

CALCIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida 5%	F requerida 1%
Total	17	1362812.5				
tratamiento	5	1260729.16	252145.83	29.46	3.11	5.06
Error	12	1020883.33	850.94			

VI ANEXOS

ANEXO 6.6

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOSMAGNESIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	757.00				
tratamiento	5	742560.00	148512.00	61.05	3.11	5.06
Error	12	29190.00	2432.5			

SODIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	20347.12				
tratamiento	5	16199.77	3239.95	9.37	3.11	5.06
Error	12	4147.35	345.61			

AZUFRE

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	230.74				
tratamiento	5	217.11	43.32	38.42	3.11	5.06
Error	12	13.63	1.13			

VI ANEXOS

ANEXO 6.7

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOS% DE NITROGENO TOTAL

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	0.0020				
tratamiento	5	0.0015	2.9932×10^{-4}	6.73	3.11	5.06
Error	12	0.0005	4.445×10^{-5}			

NITRATOS

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	3.768512×10^{-6}				
tratamiento	5	3.534645×10^{-6}	7.0692×10^{-7}	36.22	3.11	5.06
Error	12	2.342667×10^{-7}	1.9522×10^{-8}			

AMONIO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	3.231×10^{-4}				
tratamiento	5	2.777×10^{-5}	5.555×10^{-6}	9.09	3.11	5.06
Error	12	7.3332×10^{-6}	6.111×10^{-7}			

V1 ANEXOS

ANEXO 6.8

ANALISIS DE VARIANZA EN LOS ASPECTOS QUIMICOS

ZINC

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	0.3284				
tratamiento	5	0.3276	0.06552	982.80	3.11	5.06
Error	12	0.0008	6.666×10^{-05}			

MANGANESO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	0.03				
tratamiento	5	0.03	0.006	1	3.11	5.06
Error	12	0000	00000			

FIERRO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Total	17	0.34				
tratamiento	5	0.126	0.0252	1.424999	3.11	5.06
Error	12	0.2133334	0.0177777			